

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

P22874-P0

原本（出願用） - 印刷日時 2000年04月25日（25.04.2000）火曜日 14時40分21秒

0	受理官庁記入欄	
0-1	国際出願番号.	
0-2	国際出願日	
0-3	(受付印)	
0-4	様式-PCT/RO/101 この特許協力条約に基づく国際出願願書は、 0-4-1 右記によって作成された。	PCT-EASY Version 2.90 (updated 08.03.2000)
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受理官庁	日本国特許庁 (RO/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	P22874-P0
I	発明の名称	プラズマディスプレイパネル
II	出願人	出願人である (applicant only)
II-1	この欄に記載した者は	米国を除くすべての指定国 (all designated States except US)
II-2	右の指定国についての出願人である。	
II-4ja	名称	松下電器産業株式会社
II-4en	Name	MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.
II-5ja	あて名:	571-8501 日本国 大阪府 門真市 大字門真1006番地
II-5en	Address:	1006, OazaKadoma, Kadoma-shi, Osaka 571-8501 Japan
II-6	国籍 (国名)	日本国 JP
II-7	住所 (国名)	日本国 JP
II-8	電話番号	06-6908-5831
II-9	ファクシミリ番号	06-6906-8166
III-1	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-1-1	この欄に記載した者は	米国のみ (US only)
III-1-2	右の指定国についての出願人である。	
III-1-4ja	氏名 (姓名)	青木 正樹
III-1-4en	Name (LAST, First)	AOKI, Masaki
III-1-5ja	あて名:	562-0024 日本国 大阪府 箕面市 栗生新家5-12-1
III-1-5en	Address:	5-12-1, Aoshinke Minoo-shi, Osaka 562-0024 Japan
III-1-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-1-7	住所 (国名)	日本国 JP



## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用) - 印刷日時 2000年04月25日 (25. 04. 2000) 火曜日 14時40分21秒

P22874-P0

III-2 III-2-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only)
III-2-2	右の指定国についての出願人である。	
III-2-4ja	氏名(姓名)	山下 勝義
III-2-4en	Name (LAST, First)	YAMASHITA, Katuyoshi
III-2-5ja	あて名:	576-0021 日本国 大阪府 交野市 妙見坂5-7-206
III-2-5en	Address:	5-7-206, Myoukenzaka, Katano-shi, Osaka 576-0021 Japan
III-2-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-2-7	住所(国名)	日本国 JP
III-3 III-3-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only)
III-3-2	右の指定国についての出願人である。	
III-3-4ja	氏名(姓名)	大谷 光弘
III-3-4en	Name (LAST, First)	OHTANI, Mitsuhiro
III-3-5ja	あて名:	590-0024 日本国 大阪府 堺市 向陵中町3-8-31
III-3-5en	Address:	3-8-31, Kouryounakamachi Sakai-shi, Osaka 590-0024 Japan
III-3-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-3-7	住所(国名)	日本国 JP
III-4 III-4-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only)
III-4-2	右の指定国についての出願人である。	
III-4-4ja	氏名(姓名)	日比野 純一
III-4-4en	Name (LAST, First)	HIBINO, Junichi
III-4-5ja	あて名:	572-0802 日本国 大阪府 寝屋川市 打上919-1-A712
III-4-5en	Address:	919-1-A712, Utiage Neyagawa-shi, Osaka 572-0802 Japan
III-4-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-4-7	住所(国名)	日本国 JP





## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用) - 印刷日時 2000年04月25日 (25. 04. 2000) 火曜日 14時40分21秒

P22874-P0

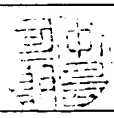
IV-1	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく出願人のために行動する。	代理人 (agent)
IV-1-1ja	氏名(姓名)	中島 司朗
IV-1-1en	Name (LAST, First)	NAKAJIMA, Shiro
IV-1-2ja	あて名:	531-0072 日本国 大阪府 大阪市 北区豊崎三丁目2番1号淀川5番館 6F
IV-1-2en	Address:	6F, Yodogawa 5-Bankan, 2-1, Toyosaki 3-chome, Kita-ku, Osaka-shi, Osaka 531-0072 Japan
IV-1-3	電話番号	06-6373-3246
IV-1-4	ファクシミリ番号	06-6373-3105
IV-1-5	電子メール	npa@npa.gr.jp
V	国の指定	
V-1	広域特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	EP: AT BE CH&LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締約国 である他の国
V-2	国内特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	KR US
V-5	指定の確認の宣言 出願人は、上記の指定に加えて、規則4.9(b)の規定に基づき、特許協力条約のもとで認められる他の全ての国の指定を行う。ただし、V-6欄に示した国の指定を除く。出願人は、これらの追加される指定が確認を条件としていること、並びに優先日から15月が経過する前にその確認がなされない指定は、この期間の経過時に、出願人によって取り下げられたものとみなされることを宣言する。	
V-8	指定の確認から除かれる国	なし (NONE)
VI-1	先の国内出願に基づく優先権主張	
VI-1-1	先の出願日	1999年04月28日 (28.04.1999)
VI-1-2	先の出願番号	特願平11-122107号
VI-1-3	国名	日本国 JP
VI-2	先の国内出願に基づく優先権主張	
VI-2-1	先の出願日	1999年10月26日 (26.10.1999)
VI-2-2	先の出願番号	特願平11-304431号
VI-2-3	国名	日本国 JP



## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用) - 印刷日時 2000年04月25日 (25. 04. 2000) 火曜日 14時40分21秒

P22874-P0

VI-3	優先権証明書送付の請求 上記の先の出願のうち、右記の 番号のものについては、出願書 類の認証謄本を作成し国際事務 局へ送付することを、受理官庁 に対して請求している。	VI-1, VI-2	
VII-1	特定された国際調査機関(ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)	
VIII	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
VIII-1	願書	5	-
VIII-2	明細書	49	-
VIII-3	請求の範囲	6	-
VIII-4	要約	1	p22874-p0.txt
VIII-5	図面	3	-
VIII-7	合計	64	
	添付書類	添付	添付された電子データ
VIII-8	手数料計算用紙	✓	-
VIII-9	別個の記名押印された委任状	✓	-
VIII-10	包括委任状の写し	✓	-
VIII-16	PCT-EASYディスク	-	フレキシブルディスク
VIII-17	その他	納付する手数料に相当す る特許印紙を貼付した書 面	-
VIII-18	要約書とともに提示する図の 番号	2	
VIII-19	国際出願の使用言語名:	日本語 (Japanese)	
IX-1	提出者の記名押印		
IX-1-1	氏名(姓名)		

## 受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書 類の実際の受理の日	
10-2	図面:	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書 類を補完する書類又は図面で あってその後期間内に提出さ れたものの実際の受理の日 (訂正日)	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づ く必要な補完の期間内の受理 の日	
10-5	出願人により特定された国際 調査機関	ISA/JP
10-8	調査手数料未払いにつき、国 際調査機関に調査用写しを送 付していない	



特許協力条約に基づく国際出願願書

P22874-P0

原本（出願用） - 印刷日時 2000年04月25日（25. 04. 2000） 火曜日 14時40分21秒

## 国際事務局記入欄

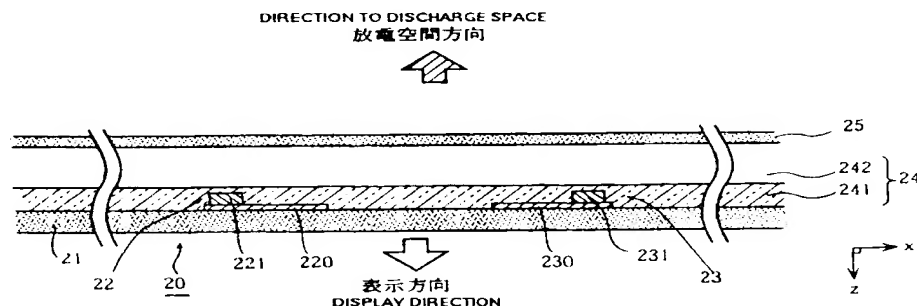
11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--



(51) 国際特許分類7 H01J 11/02, 17/49	A1	(11) 国際公開番号 WO00/67283  (43) 国際公開日 2000年11月9日(09.11.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP00/02715 (22) 国際出願日 2000年4月26日(26.04.00) (30) 優先権データ 特願平11/122107 1999年4月28日(28.04.99) JP 特願平11/304431 1999年10月26日(26.10.99) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP] 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 青木正樹(AOKI, Masaki)[JP/JP] 〒562-0024 大阪府箕面市栗生新家5-12-1 Osaka, (JP) 山下勝義(YAMASHITA, Katuyoshi)[JP/JP] 〒576-0021 大阪府交野市妙見坂5-7-206 Osaka, (JP) 大谷光弘(OHTANI, Mitsuhiko)[JP/JP] 〒590-0024 大阪府堺市向陵中町3-8-31 Osaka, (JP) 日比野純一(HIBINO, Junichi)[JP/JP] 〒572-0802 大阪府寝屋川市打上919-1-A712 Osaka, (JP)		(74) 代理人 中島司朗(NAKAJIMA, Shiro) 〒531-0072 大阪府大阪市北区豊崎三丁目2番1号 淀川5番館6F Osaka, (JP) (81) 指定国 KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE) 添付公開書類 国際調査報告書 補正書

(54)Title: PLASMA DISPLAY PANEL

(54)発明の名称 プラズマディスプレイパネル



## (57) Abstract

A PDP is characterized in that a dielectric layer is made of a glass containing at least ZnO and 10 wt% or less of  $R_2O$  (where R is one of Li, Na, K, Rb, Cs, Cu, and Ag) and not containing  $PbO$  and  $Bi_2O_3$ , the product of the dielectric constant  $\epsilon$  multiplied by the loss factor  $\tan \delta$  is 0.12 or less. Therefore, the problem that the components such as Ag and Cu of a display electrode diffuse into the dielectric layer to form colloidal particles, which mar the display performance of the display is effectively overcome. The product of the dielectric constant  $\epsilon$  multiplied by the loss factor  $\tan \delta$  is smaller than conventional, and hence the PDP has a lowered power consumption. The glass having the composition has a softening point of  $60^\circ$  or less lower than conventional, and therefore the production cost such as for baking the dielectric layer is lowered.

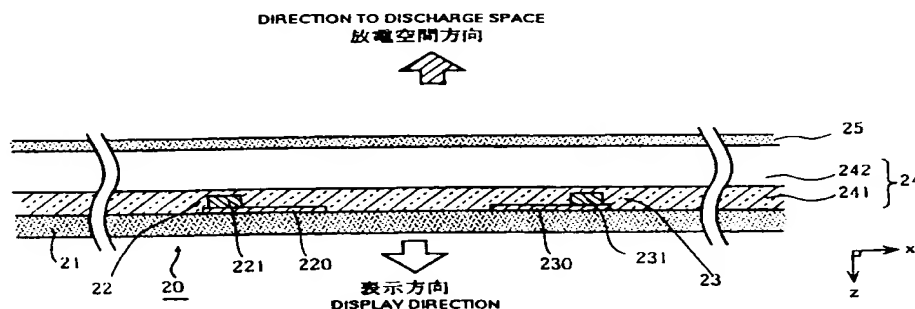




(51) 国際特許分類7 H01J 11/02, 17/49	A1	(11) 国際公開番号 WO00/67283  (43) 国際公開日 2000年11月9日(09.11.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP00/02715  (22) 国際出願日 2000年4月26日(26.04.00)  (30) 優先権データ 特願平11/122107 1999年4月28日(28.04.99) JP 特願平11/304431 1999年10月26日(26.10.99) JP  (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP] 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka, (JP)  (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてののみ) 青木正樹(AOKI, Masaki)[JP/JP] 〒562-0024 大阪府箕面市栗生新家5-12-1 Osaka, (JP) 山下勝義(YAMASHITA, Katuyoshi)[JP/JP] 〒576-0021 大阪府交野市妙見坂5-7-206 Osaka, (JP) 大谷光弘(OHTANI, Mitsuhiro)[JP/JP] 〒590-0024 大阪府堺市向陵中町3-8-31 Osaka, (JP) 日比野純一(HIBINO, Junichi)[JP/JP] 〒572-0802 大阪府寝屋川市打上919-1-A712 Osaka, (JP)	(74) 代理人 中島司朗(NAKAJIMA, Shiro) 〒531-0072 大阪府大阪市北区豊崎三丁目2番1号 淀川5番館6F Osaka, (JP)  (81) 指定国 KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)  添付公開書類 国際調査報告書 補正書	

(54) Title: PLASMA DISPLAY PANEL

(54) 発明の名称 プラズマディスプレイパネル



## (57) Abstract

A PDP is characterized in that a dielectric layer is made of a glass containing at least ZnO and 10 wt% or less of R<sub>2</sub>O (where R is one of Li, Na, K, Rb, Cs, Cu, and Ag) and not containing PbO and Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, the product of the dielectric constant  $\epsilon$  multiplied by the loss factor  $\tan \delta$  is 0.12 or less. Therefore, the problem that the components such as Ag and Cu of a display electrode diffuse into the dielectric layer to form colloidal particles, which mar the display performance of the display is effectively overcome. The product of the dielectric constant  $\epsilon$  multiplied by the loss factor  $\tan \delta$  is smaller than conventional, and hence the PDP has a lowered power consumption. The glass having the composition has a softening point of 60° or less lower than conventional, and therefore the production cost such as for baking the dielectric layer is lowered.

(57)要約

本発明は、PDPとして、誘電体層が、少なくともZnOと、10wt%以下のR<sub>2</sub>Oを含み、かつPbOおよびBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を含まない組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とする（但し、RはLi、Na、K、Rb、Cs、Cu、Agから選ばれたものとする）ので、表示電極のAgやCuといった成分が誘電体層中に混入してコロイド粒子となり、このコロイド粒子によってディスプレイの表示性能が低下するのが効果的に防止される。また、誘電体層の誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積の値が従来よりも低いため、消費電力を抑えたPDPとすることが可能となる。さらに、上記組成のガラス組成は軟化点が60

どにかかる製造コストを抑えることもできる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

## 明細書

## プラズマディスプレイパネル

## 5 技術分野

本発明は、表示デバイスなどに用いるプラズマディスプレイパネルに関するものであって、特に誘電体層に関する。

## 技術背景

- 10 近年、高精細な表示（ハイビジョン等）や大画面化などディスプレイのさらなる高性能化が要求されるようになり、種々のディスプレイの研究開発がなされている。その代表的なディスプレイとしては、CRTディスプレイ、液晶ディスプレイ（LCD）、プラズマディスプレイパネル（PDP）などが挙げられる。

- このうちPDPはガス放電パネルの一種であり、2枚の薄いガラス板を隔壁（リ  
15 ブ）を介して対向させ、隔壁の間の一方のガラス板上に複数対の表示電極（一般的に良好な導電性を確保するためにAgまたはCr/Cu/Crからなる）と誘電体層と蛍光体層とをこの順に形成し、両ガラス板の間に放電ガスを封入して気密  
20 接着した構成を備え、放電ガス中で放電して蛍光発光させるものである。したがって、大画面化してもCRTのように奥行き寸法や重量が増加しにくく、またLCDのように視野角が限定される問題も回避できる点で優れている。

- このうち誘電体層は、一般に低融点ガラスで構成される。この場合、十分な耐  
電圧を有すること、透明度が高いこと、焼成温度ができるだけ低いこと（具体的  
には600℃以下で焼成できること）、といった各性質が望まれる。実際の誘電体層  
用のガラスとしては、前記各性質を備えるガラスとして、酸化鉛（PbO）また  
25 は酸化ビスマス（Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）を含むガラス（誘電率 $\epsilon = 10 \sim 15$ ）などが用いられることが多い（例えば特開平9-50769号公報を参照）。

ところでPDPでは、できるだけ消費電力を抑えた電気製品が望まれる今日において、さらにその駆動時の電力消費量を低くすることが期待されている。特に昨今のディスプレイの大画面化および高精細化の動向によって、PDPの電力消

費量は増加傾向にあるので、いっそうの積極的に省電力化を実現させることが望まれている。

- 省電力化を実現する方法の一つとして、誘電体層の誘電率  $\epsilon$  を低減する工夫が挙げられる。誘電体層の誘電率  $\epsilon$  は、誘電体層に蓄積される電荷量と比例するので、PbO系またはBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系などの組成よりも誘電率  $\epsilon$  の低い誘電体層を用いることによって、誘電体層に蓄積される電荷量をさらに抑えることができ、PDPの消費電力を低減することができる。PbO系ガラスまたはBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系ガラスなどの組成よりも誘電率  $\epsilon$  の低いガラス組成としては、具体的には特開平 8-77930 号公報に、誘電率  $\epsilon$  が 6.2~7.6 程度のNa<sub>2</sub>O-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>系ガラス、Na<sub>2</sub>O-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO系ガラスといったものが開示されている。このような各組成のガラスを誘電体層に用いれば、複数対の表示電極に印加する一定電圧に対する画素セルの放電電流量を、従来より少なく抑えることができ（約1/2以下に抑えることができ）、PDPの消費電力の低減が可能となる。また、この公報の方法ではPbO系ガラスを用いずに誘電体層を作ることができるので、Pbを原因として生じる環境汚染などの問題を回避する効果も得られる。

なお前記Na<sub>2</sub>O-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>系ガラス、Na<sub>2</sub>O-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO系ガラスは、実際には軟化点を下げて（具体的には焼成温度を 550℃~600℃の範囲に設定する）を容易にして製造工程を行う目的などのために、Na<sub>2</sub>Oを（全誘電体層の組成の）10wt%よりも多く添加して用いられる。

- しかしながら、前記したNa<sub>2</sub>O-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>系、Na<sub>2</sub>O-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO系のような各ガラスで誘電体層を構成すると、表示電極のAgまたはCu成分が誘電体層中に混入し、コロイド粒子となって析出する性質が見られる（最新プラズマディスプレイ製造技術 平成9年度版 pp.234を参照）。このコロイド粒子は、特定波長の可視光を反射する性質を有する。そのため、誘電体層を黄色く着色（すなわち黄変）してしまい、放電空間で発生した発光に好ましくない着色をしたり、本来は得られるべき光量を減らしてしまうなど、表示性能に悪影響を与える原因となりうる。誘電体層のガラス組成にNa<sub>2</sub>Oを10wt%よりも多く添加すると、前記黄変を引き起こす原因ともなりうる。このようなことから、前記コロイド粒子の発生は避けるべきである。

さらに、誘電体層のガラス組成に  $\text{Na}_2\text{O}$  を 10wt% よりも多く添加すると、誘電体層の電力損失を示す  $\tan \delta$  値を上昇させてしてしまうなどの悪影響も生じる。具体的には、誘電体層 (20~50  $\mu\text{m}$  の厚み) で約 1kV まで耐電圧が落ちるといった問題が生じることがある。

5      このように現在では、プラズマディスプレイパネルにおいて、主に次の3つの課題が存在する。

- \*1. 誘電体層の誘電率  $\epsilon$  を低く抑えて省電化を図り、発光効率を向上させること。
- \*2. 誘電体層の軟化点も低く設定して製造工程を容易にすること。
- \*3. 誘電体層の黄変を防止して透明度を確保し、良好な表示性能を得ること。

10      本発明は上記3つの課題に鑑みてなされたものであって、その目的は、比較的容易に誘電体層を作製でき、大画面化・高精細化しても消費電力の増加を抑制し、従来よりも優れた発光効率と表示性能のもとに駆動することが可能な PDP を提供することにある。

## 15      発明の開示

上記課題を解決するために、本願発明者らは鋭意検討した結果、対向して設けられた第一プレートと第二プレートの間に、放電ガスが封入され、第二プレートに対向する第一プレート表面には、Ag または Cu からなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして

20      誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルにおいて、前記誘電体層は、少なくとも  $\text{ZnO}$  と、10wt% 以下の  $\text{R}_2\text{O}$  を含み、かつ  $\text{PbO}$  および  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  を含まない組成のガラスからなり、その誘電率  $\epsilon$  とその損失係数  $\tan \delta$  の積が 0.12 以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル (但し、R は Li、Na、K、Rb、Cs、Cu、Ag から選ばれたもの) とし

25      た。

このような誘電体層のガラス組成とすることにより、本願発明者らは、誘電体層中の  $\text{R}_2\text{O}$  成分を少なくし、前記コロイド粒子の析出を抑制して良好な誘電体層の透明度を確保しつつ、従来より消費電力を低減できる効果が得られることを見いだした。さらに、上記誘電体層が 600℃ 以下の焼成温度で焼成可能であること

を見い出した。したがって本発明によれば、誘電体層の焼成などにかかる製造コストを低減しつつ、従来より少ない電力で優れた発光効率のもとに表示性能の良好なプラズマディスプレイパネルを駆動することが可能となる。また、上記ガラス組成ではPbを使わないので、Pbを原因として生じる環境汚染などの問題の発生を回避する効果も得られる。

なお、「 $\epsilon \cdot \tan \delta$ が0.12以下」の値とは、本発明の省電力性を良好に得るために必要な値であって、後述する実施例で明らかになった値である。

さらに前記誘電体層は、その誘電率 $\epsilon$ が7以下の値であると、前記 $\epsilon \cdot \tan \delta$ の値を効果的に下げることができるので望ましい。

10      ここで上記誘電体層の具体的なガラス組成としては、後述する各実施例によって、次の各ガラス組成が望ましいことが明らかにされている。

まず前記誘電体層は、 $P_2O_5$ が10~25wt%、 $ZnO$ が20~35wt%、 $B_2O_3$ が30~40wt%、 $SiO_2$ が5~12wt%で含まれ、さらに、 $R_2O$ および $DO$ がそれぞれ10wt%を上限として含まれている $ZnO-P_2O_5$ 系ガラスで構成してもよい。

但し、DはMg、Ca、Ba、Sr、Co、Cr、Niのうちの中から選ばれたものとする。

さらに前記誘電体層は、 $P_2O_5$ が42~50wt%、 $ZnO$ が35~50wt%、 $Al_2O_3$ が7~14wt%、 $Na_2O$ が5wt%を上限として含まれている $ZnO-P_2O_5$ 系ガラスから構成してもよい。

さらに前記誘電体層は、 $ZnO$ が20~44wt%、 $B_2O_3$ が38~55wt%、 $SiO_2$ が5~12wt%で含まれ、さらに、 $R_2O$ および $MO$ がそれぞれ10wt%を上限として含まれている $ZnO$ 系ガラスから構成してもよい。

但し、MはMg、Ca、Ba、Sr、Co、Crのうちの中から選ばれたものとする。

さらに前記誘電体層は、 $ZnO$ が20~43wt%、 $B_2O_3$ が38~55wt%、 $SiO_2$ が5~12wt%、 $Al_2O_3$ が1~10%で含まれ、さらに、 $R_2O$ および $MO$ がそれぞれ10wt%を上限として含まれている $ZnO$ 系ガラスで構成してもよい。

さらに前記誘電体層は、 $ZnO$ が1~15wt%、 $B_2O_3$ が20~40wt%、 $Si$

$O_2$ が10～30wt%、 $Al_2O_3$ が5～25wt%、 $Li_2O$ が3～10wt%、 $MO$ が2～15wt%の組成を有する $ZnO$ 系ガラスから構成してもよい。

さらに前記誘電体層は、 $ZnO$ が35～60wt%、 $B_2O_3$ が25～45wt%、 $SiO_2$ が1～10.5wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%で含まれ、さらに $Na_2O$ が5wt%  
5 を上限として含まれている $ZnO$ 系ガラスから構成してもよい。

さらに前記誘電体層は、 $ZnO$ が35～60wt%、 $B_2O_3$ が25～45wt%、 $SiO_2$ が1～12wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%で含まれ、さらに $K_2O$ が5wt%を上限として含まれている $ZnO$ 系ガラスから構成してもよい。

さらに前記誘電体層は、 $Nb_2O_5$ が9～19wt%、 $ZnO$ が35～60wt%、 $B_2O_3$   
10  $O_3$ が20～38wt%、 $SiO_2$ が1～10.5wt%、 $Li_2O$ が5wt%を上限として含まれている $ZnO-Nb_2O_5$ 系ガラスから構成してもよい。

また、本発明では、誘電体層の具体的なガラス組成としては、次の各ガラス組成とすると、前記 $R_2O$ 成分を用いなくてもよいことが、後述する各実施例によって明らかにされている。

15 すなわち誘電体層は、 $P_2O_5$ が20～30wt%、 $ZnO$ が30～40wt%、 $B_2O_3$ が30～45wt%、 $SiO_2$ が1～10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であるものとすることができる。

また誘電体層は、 $ZnO$ が30～45wt%、 $B_2O_3$ が40～60wt%、 $SiO_2$ が1～15wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積  
20 が0.12以下の値であるものとすることもできる。

また誘電体層は、 $ZnO$ が30～45wt%、 $B_2O_3$ が40～55wt%、 $SiO_2$ が1～10wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%、 $CaO$ が1～5wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であるものとする  
こともできる。

25 また誘電体層は、 $ZnO$ が40～60wt%、 $B_2O_3$ が35～45wt%、 $SiO_2$ が1～10wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であるものとすることもできる。

また誘電体層は、 $ZnO$ が30～60wt%、 $B_2O_3$ が30～50wt%、 $SiO_2$ が1～10wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ と

その損失係数  $\tan \delta$  の積が 0.12 以下の値であるものとすることもできる。

また誘電体層は、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  が 9~20wt%、 $\text{ZnO}$  が 35~60wt%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  が 25~40wt%、 $\text{SiO}_2$  が 1~10wt% の組成のガラスからなり、その誘電率  $\epsilon$  とその損失係数  $\tan \delta$  の積が 0.12 以下の値であるものとすることもできる。

- 5      さらに本発明は、対向して設けられた第一プレートと第二プレートの上に、放電ガスが封入され、第二プレートに対向する第一プレート表面には、 $\text{Ag}$  または  $\text{Cu}$  からなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルとして、前記誘電体層は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$  のいずれかの薄膜、または  $\text{PbO}$  と  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  のいずれかを含む組成のガラスからなり、前記複数対の表示電極を覆うように形成された第一誘電体層と、誘電率  $\epsilon$  と損失係数  $\tan \delta$  の積が 0.12 以下の値である組成のガラスからなり、前記第一誘電体層の上に被覆された第二誘電体層とから構成することもできる。

- 15      これにより、第一誘電体層において、複数対の表示電極に由来するコロイド粒子の析出を効果的に抑制し、誘電体層の透明度を維持して、プラズマディスプレイパネルの表示性能を高めることができる。また一方で、第二誘電体層において、誘電率  $\epsilon$  を低減させることによりプラズマディスプレイパネルの消費電力を効果的に低減することができる。

- 20      さらに、第一誘電体層と第二誘電体層のトータル厚みを  $40\mu\text{m}$  以下とし、このうち第一誘電体層の厚みを前記トータルの厚みの半分以下にすることによって、誘電体層に使用するトータルの  $\text{Pb}$  量を従来より削減することが可能となり、 $\text{Pb}$  を原因として生じる環境汚染などの問題を回避する効果も得られる。ここで上記  $40\mu\text{m}$  の値は、一般的な誘電体層の厚みの最大値を示すものである。

## 25      図面の簡単な説明

図 1 は、実施の形態 1 に係る PDP の構成を示す部分的な断面斜視図である。

図 2 は、実施の形態 2 に係る PDP の誘電体層周辺の構成を示す部分断面図である。

図 3 は、従来における PDP の誘電体層周辺の構成を示す部分断面図である。



発明を実施するための好ましい形態

## 1. 実施の形態 1

### 1-1. PDPの全体的な構成

5 図1は、本発明の実施の形態1に係る交流面放電型プラズマディスプレイパネル（以下単に「PDP」という）の主要構成を示す部分的な断面斜視図である。図中、 $z$ 方向がPDPの厚み方向、 $xy$ 平面がPDPのパネル面に平行な平面に相当する。本PDPは一例として42インチクラスのVGA仕様に合わせたサイズ設定になっているが、本発明は、当然ながらこの他のサイズに適用してもよい。

10 図1に示すように、本PDPの構成は互いに主面を対向させて配設されたフロントパネル20およびバックパネル26に大別される。

フロントパネル20の基板となるフロントパネルガラス21には、その片面に厚さ $0.1\mu\text{m}$ 、幅 $370\mu\text{m}$ の帯状の透明電極220、230と、厚さ $5\mu\text{m}$ 、幅 $100\mu\text{m}$ のバスライン221、231で構成される表示電極22、23（X電極23、Y電極22）が、  
15  $y$ 方向を長手方向として $x$ 方向に複数対並設され、各対の表示電極22、23との間隙（約 $80\mu\text{m}$ ）で面放電を行うようになっている。バスライン221、231は導電性の優れたAgあるいはCr/Cu/Crで形成される。

なお、上記複数対の表示電極22、23はAgやCuからなるバスラインのみで構成してもよい。この場合、複数対の表示電極の間隙は $80\mu\text{m}$ 程度とするのが望ましい。  
20

表示電極22、23を配設したフロントパネルガラス21には、当該ガラス21の主面全体にわたって厚さ約 $30\mu\text{m}$ の誘電体層24（詳しい組成を後述する）と、厚さ約 $1.0\mu\text{m}$ の酸化マグネシウム（MgO）からなる保護層25が順次コートされている。

25 バックパネル26の基板となるバックパネルガラス27には、その片面に厚さ $5\mu\text{m}$ 、幅 $100\mu\text{m}$ の複数のアドレス電極28が $x$ 方向を長手方向として $y$ 方向に一定間隔毎（約 $150\mu\text{m}$ ）でストライプ状に並設され、このアドレス電極28を内包してバックパネルガラス27の全面にわたって厚さ $30\mu\text{m}$ の誘電体膜29がコートされている。誘電体膜29上には、隣接する複数のアドレス電極28の間隙に合わ

せて高さ約  $150\mu\text{m}$ 、幅約  $40\mu\text{m}$ の隔壁 30 が配設され、そして隣接する隔壁 30 の側面とその間の誘電体膜 29 の面上には、赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) の何れかに対応する蛍光体層 31~33 が形成されている。これらの RGB 各蛍光体層 31~33 は x 方向に順次繰り返し配されている。

5      このような構成を有するフロントパネル 20 とバックパネル 26 は、複数のアドレス電極 28 と複数対の表示電極 22、23 の互いの長手方向が直交するように対向させつつ、両パネル 20、26 のそれぞれの外周縁部にて接着し封止されている。前記両パネル 20、26 間には He、Xe、Ne などの希ガス成分からなる放電ガス (封入ガス) が所定の圧力 (従来は通常 500~760 Torr 程度) で封入されている。

10      隣接する 2 つの隔壁 30 間は放電空間 38 となり、隣り合う一対の表示電極 22、23 と一対のアドレス電極 28 が放電空間 38 を挟んで交叉する領域が、画像表示にかかるセル (不図示) に対応している。x 方向のセルピッチは約  $1080\mu\text{m}$ 、y 方向のセルピッチは約  $360\mu\text{m}$  である。

そして、この PDP を駆動する時には不図示のパネル駆動部によって、アドレス電極 28 と表示電極 22、23 のいずれか (本実施の形態 1 ではこれを X 電極 23 とする。なお一般に、当該 X 電極 23 はスキャン電極、Y 電極 22 はサステイン電極と称される) にパルスを印加し、放電させることにより各セルに書き込み放電 (アドレス放電) を行った後、一対の表示電極 22、23 間にパルスを印加し、放電させることによって短波長の紫外線 (波長約  $147\text{nm}$  を中心波長とする共鳴線) を発生させ、蛍光体層 31~33 を発光させて画像表示をなす。

20      ここにおいて、本 PDP の主たる特徴は誘電体層 24 の組成にある。すなわち上記誘電体層 24 の組成は、PbO や  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  を含まない  $\text{ZnO}-\text{P}_2\text{O}_5$  系ガラス (以降、「本発明の  $\text{ZnO}-\text{P}_2\text{O}_5$  系ガラス」と称する) からなることを特徴とする。この本発明の  $\text{ZnO}-\text{P}_2\text{O}_5$  系ガラスの組成は、一例として、 $\text{P}_2\text{O}_5$  が 10wt%、 $\text{ZnO}$  が 20wt%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  が 40wt%、 $\text{SiO}_2$  が 12wt%、BaO が 3wt%、 $\text{Na}_2\text{O}$  が 10wt% の各割合である。この本発明の  $\text{ZnO}-\text{P}_2\text{O}_5$  系ガラスは、従来より誘電体層に用いられていた PbO 系ガラスもしくは  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  系ガラスに比べ、誘電率  $\epsilon$  が比較的 low (具体的には PbO 系もしくは  $\text{ZnO}$  系ガラスの誘電率  $\epsilon$  が 10~12 程度であるのに対し、誘電率  $\epsilon$  が 7 程度以下に) 抑えられている。

また、誘電率と損失係数の積  $\epsilon \cdot \tan \delta$  については、従来が 0.14~0.7 であったのに対し、本実施の形態 1 の誘電体層 24 の  $\epsilon \cdot \tan \delta$  の値は約 0.103 以下の値と大幅に低減されている。

#### 1-2. 実施の形態 1 の誘電体層の構成による効果

- 5      ここで、図 3 は従来の誘電体層周辺の構成を具体的に示す PDP の部分断面図である。当図に示すように、従来の誘電体層では、バスラインを構成する Ag や Cu 成分のイオンが誘電体層中でコロイド粒子となって混入し、このコロイド粒子が可視光を反射して、誘電体層が黄色く着色する（すなわち黄変する）問題があった（最新プラズマディスプレイパネル 平成 9 年度版 pp.234 を参照）。
- 10    このようなコロイド粒子による黄変の問題は、ガラス成分に含まれる  $R_2O$ （R は Li、Na、K、Rb、Cs、Cu、Ag のうちの中から選ばれたもの）の量が多いほど（例えば 10wt% より多いほど）顕著になる。これに対し、本発明の  $ZnO-P_2O_5$  系ガラスからなる誘電体層 24 では、前記コロイド粒子の発生を増長させる  $R_2O$  成分（ここでは  $Na_2O$ ）が 10wt% 以下に抑えられており、コロイ
- 15    ド粒子が発生しにくいので、Ag や Cu をバスラインの材料に用いても、誘電体層 24 の透明度が従来より改善される。これにより、放電空間 38 で発生した蛍光発光が色彩を損なったり、光量にロスが生ずるなどの問題が回避され、本 PDP では良好な表示性能が発揮されることとなる。

- 20    このような誘電体層 24 を有する本 PDP によれば、PDP 駆動時の放電維持期間の初期において、各一对の表示電極 22、23 にパルスが印加されると、当該一对の表示電極 22、23 の間隙で放電がなされる。

- 25    ここにおいて本実施の形態 1 では、誘電体層 24 の誘電率  $\epsilon$  が従来の値（ $\epsilon = 10 \sim 15$ ）よりも低くなっている（例えば  $\epsilon = 6.4$ ）ため、放電開始までに誘電体層 24 に蓄積される電荷量が低減されるので、少ない電流で放電が開始されることとなる。これにより本 PDP は、従来に比べて小さい電力で放電を開始することが可能であって、その後も良好な省電力性のもとで駆動することができる。

このように本実施の形態 1 の PDP は、優れた省電力性のもとに良好な表示性能を合わせて得られるようになっており、従来よりも発光効率の大幅な改善が期待できるものである。

1-3. 誘電体層の誘電率  $\epsilon$  と PDP の消費電力の関連についての詳細な説明

一般に、一对の表示電極 22、23 の面積を  $S$ 、一对の表示電極 22、23 間の静電容量（放電空間 38 を含む経路に存在する誘電体層の静電容量）を  $C$ 、誘電体層 24 の厚みを  $d$ 、誘電体層 24 の誘電率を  $\epsilon$  とするとき、これらの関係は次の数 1 式で表すことができる。

$$(数 1 式) \quad C = \epsilon S / d$$

また、一对の表示電極 22、23 間に印加される電圧を  $V$ 、パネルの駆動周波数を  $f$ 、このときの PDP の消費電力を  $W$  をすると、 $W$  はおよそ次の数 2 式で表すことができる。

$$(数 2 式) \quad W = f C V^2 = f (\epsilon S / d) V^2$$

上記数 1 式、数 2 式から明らかなように、 $f$  と  $V^2$  が一定であれば、静電容量  $C$  が小さいほど消費電力  $W$  が小さくなる。静電容量  $C$  は誘電率  $\epsilon$  と比例するため、誘電率  $\epsilon$  の値が小さくなると消費電力  $W$  も小さくなる（詳細は電気学会論文集 A、118 巻 15 号平成 10 年 p p. 537～542 を参照のこと）。

また、ここで電界強度  $E = V / d$  の関係式を用いると、PDP の電力損失  $w$  は次の数 3 式で表されることが知られている（エレクトロニクス材料、電気書院、昭和 50 年 3 月 10 日 p p. 23 を参照のこと）。

$$(数 3 式) \quad w \propto f (\epsilon \cdot \tan \delta) V^2$$

一般に電力損失  $w$  は消費電力  $W$  と比例するため、この数 3 式によって、誘電率  $\epsilon$  または  $\tan \delta$  の少なくともいずれかの値が小さくなると、消費電力  $W$  も小さくなることがわかる（詳細は電気学会論文集 A、118 巻 15 号平成 10 年 p p. 537～542 を参照のこと）。

本実施の形態 1 の PDP の効果はこの理論によって説明することができる。す

なわち誘電体層の組成を本発明の  $ZnO-P_2O_5$  系ガラス ( $PbO$  や  $Bi_2O_3$  の各成分を含まず、 $P_2O_5$ 、 $ZnO$ 、 $B_2O_3$ 、 $SiO_2$ 、 $BaO$ 、 $Na_2O$  等の各成分を含む組成) とすることによって、誘電率と損失係数の積  $\epsilon \cdot \tan \delta$  の値をともに従来よりも低下させ (具体的に 0.12 以下の数値)、電力損失  $w$  を低下させて PDP の消費電力  $W$  を低減させている。

なお、本実施の形態 1 の誘電体層 24 は、このほかに  $PbO$  や  $Bi_2O_3$  を含まない  $ZnO$  系ガラス (以降、「本発明の  $ZnO$  系ガラス」と称する) で構成してもよいことが後述の実施例で明らかにされている。この場合の本発明の  $ZnO$  系ガラスの組成は、一例として  $ZnO$  が 40wt%、 $B_2O_3$  が 45wt%、 $SiO_2$  が 5wt%、 $Al_2O_3$  が 5wt%、 $Cs_2O$  が 5wt% の各割合とすることができる。また、 $PbO$  や  $Bi_2O_3$  を含まない  $Nb_2O_5-ZnO$  系ガラス (以降、本発明の「 $Nb_2O_5-ZnO$  系ガラス」と称する) で構成することもできる。この場合の本発明の  $Nb_2O_5-ZnO$  系ガラスの組成は、一例として  $Nb_2O_5$  が 19wt%、 $ZnO$  が 44wt%、 $B_2O_3$  が 30wt%、 $SiO_2$  が 7wt% の各割合とすることができる。

本発明の誘電体層 24 のガラス組成のバリエーションについては以下の実施例のところで詳細に述べる。

## 2. 実施の形態 2

次に、実施の形態 2 の PDP について説明する。本実施の形態 2 の構成は、誘電体層以外は前記実施の形態 1 とほぼ同様である。

### 2-1. 誘電体層周辺の構成

図 2 は、実施の形態 2 の誘電体層 24 周辺の構成を具体的に示す PDP の部分断面図である。当図から明らかなように、本実施の形態 2 の誘電体層 24 は、第一誘電体層 241 に第二誘電体層 242 が積層された二層構造を有している。

第一誘電体層 241 は、厚さ  $5\mu m$  の  $PbO$  系ガラス (ここでは一例として  $PbO$  が 65wt%、 $B_2O_3$  が 10wt%、 $SiO_2$  が 24wt%、 $CaO$  が 1wt%、 $Al_2O_3$  が 2wt% で含まれる) からなり、表示電極 22、23 を被覆するようにしてフロントパネルガラス 21 の主面上に形成されている。

第二誘電体層 242 は、厚さ  $25\mu m$  の  $ZnO-P_2O_5$  系ガラス (ここでは一例として  $ZnO$  が 30wt%、 $P_2O_5$  が 20wt%、 $B_2O_3$  が 40wt%、 $SiO_2$  が 10wt%

t %で含まれる) から構成されている。第二誘電体層 242 の誘電率  $\epsilon$  は 6.3 程度である。

## 2-2. 実施の形態 2 の誘電体層による効果

5 第一誘電体層 241 に用いる PbO 系ガラスは、誘電率  $\epsilon$  が従来と同程度 (例えば 11.0) の数値となっているが、バスライン 221、231 に由来する Ag や Cu のコロイド粒子の発生が少ない性質を持っている。

本実施の形態 2 ではこのような性質を有する第一誘電体層 241 と第二誘電体層 242 を積層することにより、PbO 系ガラスからなる第一誘電体層 241 で表示電極 22、23 を被覆してコロイド粒子の発生を抑制しつつ、誘電率  $\epsilon$  が比較的低い第  
10 二誘電体層 242 によって PDP の消費電力の低減を図る作用を合わせ持たせている。この PDP の消費電力の低下の対策としては、さらに第一誘電体層 241 の厚みを  $5\mu\text{m}$  と薄く抑えることにより、誘電体層 24 におけるトータルの誘電率  $\epsilon$  を低く設定し、誘電体層 24 中に蓄積される電荷量を低減する工夫も行っている。また、このように第一誘電体層 241 を薄くすることによって、使用する Pb 量を少  
15 なく抑え、Pb に関する環境汚染などの問題への対応も図ることも可能となっている。

なお、一般的な誘電体層の厚みは最大で  $40\mu\text{m}$  であることから、本発明の誘電体層 24 の効果 (例えば上記 Pb 量の削減効果など) を良好に得るためには、 $40\mu\text{m}$  以下の厚みとすることが必要である。またこの場合、第一誘電体層 241 の厚  
20 みは誘電体層 24 のトータルの厚みの半分以上の厚みに設定することによって、いっそう Pb 量を効果的に減らすことができる。

この誘電体層 24 を有する本 PDP によれば、PDP 駆動時の放電維持期間の初期に各対の表示電極 22、23 にパルスが印加されると、第一誘電体ガラス 241 中の表示電極 22、23 の間隙で放電がなされる。そして第二誘電体層 242 を介して放電  
25 空間 38 に放電ガスのプラズマが拡大し、放電が維持放電に移行して、次第に発光輝度が向上するようになる。

ここにおいて本実施の形態 2 では、第二誘電体層 242 の誘電率  $\epsilon$  が従来よりも低いことから、前記実施の形態 1 と同様にして放電に必要な誘電体層の電荷蓄積量が低減され、本 PDP は良好な省電力性のもとで駆動される。

またさらに、PbO系ガラスからなる第一誘電体層 241 がバスライン 221、231 を被覆していることから、バスライン 221、231 のAgやCu成分からなるコロイド粒子の発生が実施の形態 1 のように低減され、誘電体層 24 の黄変が抑制されて透明度が増している。したがって、放電空間 38 で発生した蛍光発光が色彩を損なうことなく良好にPDPの発光表示に供される。

なお、第一誘電体層 241 は、前記PbO系ガラスのほかにBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系ガラスを用いてもよいし、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO等の薄膜酸化物層として形成してもよい。これらの薄膜酸化物層はスパッタリングにより形成することができる。

また第二誘電体層 242 としては、前記ZnO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>系ガラスのほかにZnO系ガラスを用いてもよい。これらの具体的なガラス組成については、実施例のところで詳細に述べる。

ここで、誘電体層を二層構造で構成する技術については、例えば特開平 9-50769 号公報に開示されているが、これは第一誘電体層をZnO系ガラス、第二誘電体層をPbO系ガラスでそれぞれ構成する（すなわち本実施の形態 2 の構成とは逆の積層構造の誘電体層）ものであって、本発明の構成と明らかに異なるものである。また、この構成では本発明に比べてバスラインに由来するコロイド粒子が第一誘電体層中で発生しやすく、黄変を生じる可能性がある。さらに当該技術におけるZnO系ガラスはBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を含む組成であり、この組成では誘電体層の誘電率εが本発明の誘電体層よりもかなり高くなると思われる。このようなことから特開平 9-50769 号公報の技術では、本発明における優れた省電性の効果と誘電体層の黄変の抑制効果を得るのは困難であると思われる。

### 3. PDPの作製方法

次に、上記各実施の形態のPDPについて、その作製方法の一例を説明する。

#### 3-1. フロントパネルの作製

約 360℃の熔融Sn（スズ）フロート上にガラス材料を浮かせて成形するフロート法によって、厚さ約 2.6mmのソーダライムガラスからなるフロントパネルガラス 21 を作製し、その面上に表示電極 22、23 を作製する。これにはまず、透明電極 220、230 を次のフォトリソ法により形成する。

次に、フロントパネルガラス 21 の全面に、厚さ約 0.5μmでフォトリソ（例

例えば紫外線硬化型樹脂)を塗布する。そして透明電極 220、230 のパターンのフォトマスクを上重ねて紫外線を照射し、現像液に浸して未硬化の樹脂を洗い出す。次に透明電極 220、230 の材料としてITO等をフロントパネルガラス 21 のレジストのギャップに塗布する。この後に洗浄液などでレジストを除去し、透明電極

5 220、230 を完成する。

続いて、AgもしくはCr/Cu/Crを主成分とする金属材料により、前記透明電極 220、230 上に厚さ約  $7\mu\text{m}$ 、幅  $50\mu\text{m}$  のバスライン 221、231 を形成する。Agを用いる場合にはスクリーン印刷法が適用でき、Cr/Cu/Crを用いる場合には蒸着法またはスパッタ法などが適用できる。

10 以上で表示電極 22、23 が形成される。

### 3-1-1 実施の形態 1 の誘電体層 (単一層構造の誘電体層) の作製

ここでは実施の形態 1 の誘電体層 ( $\text{P}_2\text{O}_5$ -ZnO系ガラスを使用) の作製方法を説明する。

まず、 $\text{P}_2\text{O}_5$ -ZnO系ガラス粉末 (例えば  $\text{P}_2\text{O}_5$  10~25wt%、ZnO 20~35wt%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  30~55wt%、 $\text{SiO}_2$  5~12wt%、およびBaOと $\text{Na}_2\text{O}$ を10wt%を上限として含む組成) と、有機バインダー溶液 (分散剤のホモゲノールを0.2wt%と可塑剤のフタル酸ジブチルを2.5wt%、さらにエチルセルロースを10wt%含有する有機溶剤を45wt%混合したもの) を、55:45の重量比で混合してガラスペーストを作る。このガラスペーストを、印刷法で表示電極 22、

15 23 の上からフロントパネルガラス 21 の全面にわたってコートする。そして、 $600^\circ\text{C}$  以下で焼成 (具体的には  $520^\circ\text{C}$  で 10 分) して、厚さ  $30\mu\text{m}$  の誘電体層 24 を形成する。上記のように、本願発明者らは本発明の  $\text{P}_2\text{O}_5$ -ZnO系ガラスの組成を決定することによって、 $600^\circ\text{C}$  以下というガラス材料にしては比較的低温で焼成を行うことが可能となり、製造工程を容易にできることを見出した。なお上記分散

20 剤としては、ホモゲノール、ソルビタンセスキオレート、ポリオキシエチレンモノオレートの中から選ぶことができる。

ここにおいて、従来この誘電体層の形成時には、誘電体層中に各バスラインのAgやCuが直径300~400Åのコロイド粒子となって析出する問題があった (前述の図3を参照)。これは主として前記フロート法を行う際にスズイオン  $\text{Sn}^{2+}$



がフロントパネルガラスの表面に付着したままになり、後に各バスラインから誘電体層中に溶け出した  $\text{Ag}^+$  や  $\text{Cu}^{2+}$  を還元する（例えば  $2\text{Ag}^+ + \text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Ag} + \text{Sn}^{4+}$ ）作用をなすことが原因であると考えられている。そしてこのとき、誘電体層の組成に  $\text{R}_2\text{O}$  成分（ $\text{R}$  は  $\text{Li}$ 、 $\text{Na}$ 、 $\text{K}$ 、 $\text{Rb}$ 、 $\text{Cs}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Ag}$  のうちの中から選ばれたもの）が 10wt% 以上含まれていると、このような還元反応が増長されてしまう。このような還元反応は、特に  $\text{R}_2\text{O}$  成分が 10wt% より多いと顕著に作用することが本願発明者らによって明らかにされているが、これは比較的イオン半径の小さい  $\text{R}_2\text{O}$  に付随して、前記  $\text{Ag}^+$  や  $\text{Cu}^{2+}$  が誘電体層の組成中にいっそう拡散されることが原因であるものと推定される。

- 5  
10  
そこで本発明では、誘電体層 24 の組成中の  $\text{R}_2\text{O}$  成分（この場合  $\text{Na}_2\text{O}$ ）の割合を 10wt% 以下とすることにより、上記還元反応を抑制し、コロイド粒子の発生を防いで透明度の良好な誘電体層 24 を形成するようにしている。

### 3-1-2. 実施の形態 2 の誘電体層（二層構造の誘電体層）の作製

- ここでは実施の形態 2 の誘電体層（第一誘電体層に  $\text{PbO}$  系ガラス、第二誘電体層に  $\text{P}_2\text{O}_5$ - $\text{ZnO}$  系ガラスをそれぞれ使用）の作製方法を説明する。

- まず、 $\text{PbO}$  系ガラス粉末（ここでは一例として  $\text{PbO}$  が 65wt%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  が 10wt%、 $\text{SiO}_2$  が 24wt%、 $\text{CaO}$  が 1wt%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  が 2wt% で含まれる）と、有機バインダー溶液（分散剤のホモゲノールを 0.2wt% と可塑剤のフタル酸ジブチルを 2.5wt%、さらにエチルセルロースを 10wt% 含有する有機溶剤を 45wt% 混合したもの）を、55:45 の重量比で混合してガラスペーストを作る。このガラスペーストを、印刷法で表示電極 22、23 の上からフロントパネルガラス 21 の全面にわたってコートする。そして焼成を行い（具体的には 560℃ で 10 分）して、厚さ 5  $\mu\text{m}$  の第一誘電体層 241 を形成する。

- 25  
なお、第一誘電体層 241 は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$  といった酸化物薄膜をスパッタリングすることにより形成してもよい。

ここで第一誘電体層 241 のガラス材料としては、当然ながら以後に形成する第二誘電体層 242 の融点よりも高いガラス材料を用いるように注意する。

次に、前記形成した第一誘電体層 241 の上から、 $\text{P}_2\text{O}_5$ - $\text{ZnO}$  系ガラス粉末（ここでは一例として  $\text{ZnO}$  が 30wt%、 $\text{P}_2\text{O}_5$  が 20wt%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  が 40wt%、 $\text{S}$

i O<sub>2</sub> が 10w t %で含まれる) と、有機バインダー溶液 (分散剤のホモゲノールを 0.2w t %と可塑剤のフタル酸ジブチルを 2.5w t %、さらにエチルセルロースを 10w t %含有する有機溶剤を 45w t %混合したもの) を、55:45 の重量比で混合してガラスペーストを作る。このガラスペーストを、印刷法で表示電極 22、  
5 23 の上からフロントパネルガラス 21 の全面にわたってコートする。そして焼成を行い (具体的には 530℃で 10 分) して、厚さ 25 μm の第二誘電体層 242 を形成する。

これで二層構造の誘電体層 24 が形成される。

以上のようにして誘電体層 24 が形成できたら、その表面上に酸化マグネシウム (MgO) よりなる保護層 25 を厚さ約 0.9 μm にわたって形成する。  
10

以上でフロントパネル 20 が作製される。

### 3-2. バックパネルの作製

前記フロート法で作製した厚さ約 2.6mm のソーダライムガラスからなるバックパネルガラス 27 の表面上に、スクリーン印刷法により Ag を主成分とする導電  
15 体材料を一定間隔でストライプ状に塗布し、厚さ約 5 μm の複数のアドレス電極 28 を形成する。

続いて、前記複数のアドレス電極 28 を形成したバックパネルガラス 27 の面全体にわたって、前記誘電体層 24 と同様のガラスペーストを厚さ約 20 μm で塗布して焼成し、誘電体膜 29 を形成する。

20 次に、誘電体膜 29 と同じガラス材料により、誘電体膜 29 の上に隣り合う 2 つのアドレス電極 28 の間隙 (約 150 μm) 毎に高さ約 150 μm の隔壁 30 を 1 つずつ形成する。この複数の隔壁 30 は、例えば上記ガラス材料を含むガラスペーストを繰り返しスクリーン印刷し、その後焼成すると形成できる。

隔壁 30 の形成後、隔壁 30 の壁面と、隣接する 2 つの隔壁 30 間で露出している  
25 誘電体膜 29 の表面に、赤色 (R) 蛍光体、緑色 (G) 蛍光体、青色 (B) 蛍光体のいずれかを含む蛍光インクを塗布し、これを乾燥・焼成してそれぞれ蛍光体層 31~33 とする。

ここで一般的に PDP に使用されている蛍光体材料の一例を以下に列挙する。

赤色蛍光体:  $(Y_x G d_{1-x}) B O_3 : E u^{3+}$

緑色蛍光体： $Zn_2SiO_4:Mn$

青色蛍光体： $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{3+}$ （或いは $BaMgAl_{14}O_{23}:Eu^{3+}$ ）

各蛍光体材料は、例えば平均粒径約  $3\mu m$  程度の粉末が使用できる。蛍光体インクの塗布法は幾つかの方法があるが、ここでは蛍光体インクを走査してノズルから吐出する方法を用いる。この方法は蛍光体インクを目的の領域に均一に塗布するのに好都合である。なお、本発明の蛍光体インクの塗布方法は、当然ながらこの方法に限定するものではなく、スクリーン印刷法など他の方法も使用可能である。

以上でバックパネル 26 が完成される。

10    なお、フロントパネルガラス 21 およびバックパネルガラス 27 をソーダライムガラスから作製する例を示したが、これは材料の一例として挙げたものであって、当然ながらこれ以外の材料を用いてもよい。

### 3-3. PDP の完成

15    作製したフロントパネル 20 とバックパネル 26 を、封着用ガラスを用いて貼り合わせる。その後、放電空間 38 の内部を高真空（ $8 \times 10^{-7} Torr$ ）程度に排気し、これに所定の圧力（ $500 \sim 760 Torr$ ）で  $Ne-Xe$  系や  $He-Ne-Xe$  系、 $He-Ne-Xe-Ar$  系などの放電ガスを封入する。

以上で PDP が完成される。

## 4. 実施例の作製と性能測定

### 20    4-1. 実施例と比較例の作製

続いて、本発明の PDP の性能評価を行うために前記作製方法に従って実施例の PDP を作製した。実施例の PDP は誘電体層の組成のみが異なる複数のバリエーション（ $ZnO$  系ガラス、 $P_2O_5$  系ガラスもしくは  $ZnO-P_2O_5$  系ガラス）を全部で 60 種類（No. 1～60）作製した。この実施例 No. 1～60 のうち、実施  
25    の形態 1 の PDP（単一層構造の誘電体層を有する PDP）に相当する実施例を No. 1～54、実施の形態 2 の PDP（二層構造の誘電体層を有する PDP）に相当する実施例を No. 55～60 とした。ここで、No. 4、20、29、43、47、51 は  $R_2O$  成分を含まない実施例として作製した。

なお、比較例として従来のガラス組成（ $Bi_2O_3$  系ガラスまたは  $PbO$  系ガラ

ス（詳細な組成は表 11、12 を参照）からなる誘電体層を備える PDP も計 15 種類（No. 61~75）作製した。このうち、ZnO 系ガラス、 $P_2O_5$  系ガラスもしくは ZnO- $P_2O_5$  系ガラスにおいて、それぞれ  $R_2O$ （一例として  $Na_2O$ ）を 10 wt % よりも多く添加したものからなる誘電体層を備える比較例の PDP を計 35 種類（No. 65~67）作製した。

これら No. 1~75 の PDP の誘電体層におけるトータルの厚みはそれぞれ 30  $\mu m$  に統一した。また各誘電体層は、No. 58~60 の PDP の第一誘電体層をスパッタリング法で作製する場合を除き、すべて印刷法によって形成した。

このように作製した PDP の No. 1~75 について、誘電体層の着色状態、損失係数 ( $\tan \delta$ )、耐電圧 (DC)、 $\epsilon \cdot \tan \delta$  積値、誘電率  $\epsilon$ 、PDP のパネル輝度 ( $cd/m^2$ )、PDP の消費電力 (W) 等を測定した。具体的な各測定方法は以下の通りである。なお誘電体層の着色状態は、PDP を白バランス表示状態に設定し、肉眼にて確認した。

#### 4-2. 誘電体層の損失係数 ( $\tan \delta$ )、誘電率 $\epsilon$ の測定

15 各 PDP の誘電体層の耐電圧と損失係数は LCR メータ（ヒューレット・パッカード社製 4284A）を用い、交流電圧（周波数 10 kHz）を印加してそれぞれ測定した。このときの具体的な測定方法は次の通りである。

すなわち、フロントパネルの隣接する 5 本の X 電極を連結して共通電極とする。次に、誘電体層の上に 4mm×4mm のサイズを有する方形状の Ag 電極を作製し、  
20 これらの電極に印加して、その間の容量 C と損失係数  $\tan \delta$  を測定する。C と  $\tan \delta$  の値は、LCR メータに直接表示される。また誘電率  $\epsilon$  は、上記数 1 式を利用して ( $d = 30 \mu m$ 、 $S = 4mm \times 4mm$ ) 算出する。

#### 4-3. 誘電体層の耐電圧の測定

25 誘電体層の耐電圧については、各実施例および比較例 No. 1~75 の PDP に形成したものと同様の各誘電体層をガラス基板上に作製し、これらについて測定を行った。具体的には、前記ガラス基板上に作製した各誘電体層を 4mm×4mm のサイズを有する方形状の 2 つの Ag 電極で上下方向から挟み込み、当該 2 つの電極間に直流電圧を印加して測定した。

こうして得られた実施例 No. 1~60 および比較例 No. 61~75 の各データを表

1～25 に示す。

【表 1】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層の組成(重量%)						ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス中 のガラス粉体 成分重量(%)	溶剤を含むガラス 成分の重量(%)	ガラス中の 分散剤の重量%	ガラス中の 可塑性剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	誘電体 層の誘電率 ( $\epsilon$ )
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MO	R <sub>2</sub> O								
1	15	20	40	12	BaO 3	Na <sub>2</sub> O 10	550	55	エチルセルロース 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.5	550	30	6.4
2	10	25	35	10	MgO 10	K <sub>2</sub> O 10	545	65	アクリル 35	グリセロール モノオレエート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.5	550	30	6.2
3	25	35	30	5	CaO 3	Li <sub>2</sub> O 2	540	70	エチレンオキシド 30	ソルビタンセス キオレート 0.1	フタル酸 ジオクチル 3.0	545	30	6.3
4	20	30	40	10	—	—	560	35	エチルセルロース 65	ホモゲノール 0.1	フタル酸 ジオクチル 3.0	565	30	6.3
5	20	30	30	10	SrO 5	Cs <sub>2</sub> O 5	550	40	エチルセルロース 60	ホモゲノール 0.1	グリセリン 2.0	553	30	6.5
6	20	30	30	10	CaO 5	K <sub>2</sub> O 5	555	50	アクリル 50	グリセロール モノオレエート 0.2	フタル酸 ジオクチル 1.5	560	30	6.7
7	20	30	30	10	CoO 5	Rb <sub>2</sub> O 5	545	65	アクリル 35	ホモゲノール 0.1	なし	554	30	6.5
8	20	30	30	10	NiO 5	Ag <sub>2</sub> O 5	553	65	アクリル 35	ホモゲノール 0.1	なし	559	30	6.5

【表 2】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層の組成(重量%)				ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス中の のび粉体 成分重量(%)	溶剤を含むバインダー 成分の重量(%)	バインダー中の 分散剤の重量%	バインダー中の 可塑剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 (μm)	誘電体 層の誘電率 (ε)
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ZnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O								
9	42	40	13	5	520	55	エチルセルロース 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.5	520	20	6.0
10	63	24	9	4	500	65	アクリル 35	グリセロール モノオレエー 0.2	フタル酸 ジブチル 2.5	500	15	5.9
11	43	50	7	—	550	70	エチレンオキシサイド 30	ソルビタンセ キオレート 0.1	フタル酸 ジオクチル 3.0	560	20	5.8
12	50	41	7	2	530	35	エチルセルロース 65	ホモゲノール 0.1	フタル酸 ジブチル 3.0	535	15	6.2
13	50	35	14	1	520	40	エチルセルロース 60	ホモゲノール 0.2	グリセリン 2.0	525	20	6.5
14	50	39	10	1	515	50	アクリル 50	グリセロール モノオレエー 0.2	フタル酸 ジオクチル 1.5	519	20	6.1

【表 3】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層の組成(重量%)					ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス中の 成分重量(%)	溶剤を含むバインダー 成分の重量(%)	バインダー中の 分散剤の重量%	バインダー中の 可塑剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 ( $\mu$ m)	誘電体 層の誘電率 ( $\epsilon$ )
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MO	R <sub>2</sub> O								
15	20	55	5	MgO 10	Li <sub>2</sub> O 10	535	55	アクリル 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	540	30	6.5
16	30	40	12	CaO 10	K <sub>2</sub> O 8	540	65	アクリル 35	グリセロール モノオレエート 0.2	フタル酸 ジブチル 3.0	545	30	6.5
17	35	38	10	BaO 10	Na <sub>2</sub> O 7	543	70	エチルセルロース 30	ソルビタン セスキオレート 0.1	フタル酸 ジブチル 4.0	545	30	6.5
18	44	35	10	SrO 6	Cu <sub>2</sub> O 5	540	40	エチルセルロース 60	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 4.0	545	30	6.5
19	40	45	10	CaO 3	Ag <sub>2</sub> O 2	545	45	エチルセルロース 55	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 4.0	550	30	6.7
20	40	50	10	—	—	558	45	エチルセルロース 55	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 4.0	560	30	6.8
21	40	40	10	CaO 5	Cs <sub>2</sub> O 5	548	50	エチルセルロース 50	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 4.0	550	30	6.7
22	35	47	8	CaO 5	Rb <sub>2</sub> O 5	545	50	エチルセルロース 50	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 4.0	550	30	6.4

【表 4】

実施例/ 比較例 No.	誘電体層の組成(重量%)						ガラスの 軟化点 (°C)	ガラスの 成分重量(%)	溶剤を含むバインダ- 成分の重量(%)	バインダ-中の 分散剤の重量%	バインダ-中の 可塑剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	誘電体 層の誘電率 ( $\epsilon$ )
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MO	R <sub>2</sub> O								
23	27	38	10	5	CaO 10	Ag <sub>2</sub> O 10	558	55	アクリル 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	560	30	6.4
24	40	40	5	1	MgO 7	Cu <sub>2</sub> O 7	545	65	アクリル 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	550	30	6.4
25	20	55	12	2	SiO 6	Na <sub>2</sub> O 5	549	70	エチルセルロース 30	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	555	30	6.3
26	43	40	5	10	BaO 1	K <sub>2</sub> O 1	556	65	エチルセルロース 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	560	30	6.3
27	40	45	5	5	—	Cs <sub>2</sub> O 5	557	65	エチルセルロース 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	565	30	6.3
28	40	40	5	5	CaO 5	Rb <sub>2</sub> O 5	550	65	エチルセルロース 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	560	30	6.3
29	42	43	5	5	CaO 5	—	556	65	エチルセルロース 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	560	30	6.3
30	32	47	6	4	CrO 7	Ag <sub>2</sub> O 4	550	65	エチルセルロース 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	560	30	6.3



【表 5】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層の組成(重量%)						ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス中 のガラス粉体 成分重量(%)	溶剤を含むハインダ- 成分の重量(%)	ハインダ-中の 分散剤の重量%	ハインダ-中の 可塑性剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	誘電体 層の誘電率 ( $\epsilon$ )
	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	ZnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Li <sub>2</sub> O	MO								
31	20	30	15	20	10	MgO 5	580	55	アクリル 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	595	30	6.7
32	40	10	15	25	3	CaO 7	565	60	エチルセルロース 40	グリセロール モノオレート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	575	30	6.4
33	35	25	10	20	8	BaO 2	574	60	エチルセルロース 40	ソルビタン セスキオレート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	580	30	6.6
34	35	30	10	5	10	SrO 10	560	60	エチルセルロース 40	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	570	30	6.5
35	40	25	1	19	5	CaO 10	575	70	エチルセルロース 30	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	585	30	6.5
36	30	20	15	20	5	CaO 10	565	70	エチルセルロース 30	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	575	30	6.5
37	30	15	10	25	8	BaO 12	563	70	エチルセルロース 30	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	575	30	6.7
38	30	15	10	20	10	15	562	70	エチルセルロース 30	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	575	30	6.5

【表 6】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層の組成(重量%)					ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス粉末 成分重量(%)	溶剤を含むバインダー 成分の重量(%)	バインダー中の 分散剤の重量	バインダー中の 可塑剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 (μm)	誘電体 層の誘電率 (ε)
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O								
39	44	35	10.5	5.5	5	540	55	アクリル 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	545	20	6.5
40	35	45	10	6	4	549	65	アクリル 35	グリセロール モノオレエー 0.2	フタル酸 ジブチル 3.0	550	15	6.3
41	50	40	1	5	4	543	70	エチルセルロース 30	ソルビタンセ キオレート 0.1	フタル酸 ジブチル 4.0	549	15	6.4
42	60	30	5	1	4	542	40	エチルセルロース 60	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 4.0	548	15	6.5
43	50	30	10	10	—	549	45	エチルセルロース 55	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 4.0	555	15	6.7
44	50	25	10	10	5	545	45	エチルセルロース 55	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 4.0	549	20	6.8

【表 7】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層の組成(重量%)					ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス中 のガラス粉体 成分重量(%)	溶剤を含むバインダー- 成分の重量(%)	バインダー-中の 分散剤の重量%	バインダー-中の 可塑性剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	誘電体 層の誘電率 ( $\epsilon$ )
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O								
45	60	30	5	1	4	548	55	アクリル 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	550	20	6.5
46	60	30	7	1	2	543	65	アクリル 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	549	20	6.5
47	35	45	10	10	—	549	70	エチルセルロース 30	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	552	20	6.4
48	50	29	10	10	1	545	65	エチルセルロース 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	555	20	6.4
49	50	25	12	10	3	550	65	エチルセルロース 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	554	20	6.4
50	50	25	10	10	5	548	65	エチルセルロース 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	550	20	6.4

【表 8】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層の組成(重量%)					ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス中 のガラス粉体 成分重量(%)	溶剤を含むバインダー 成分の重量(%)	バインダー中の 分散剤の重量%	バインダー中の 可塑剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	誘電体 層の誘電率 ( $\epsilon$ )
	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Li <sub>2</sub> O								
51	19	44	30	7	—	550	55	アクリル 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	555	20	6.8
52	9	60	25	1	5	554	60	エチルセルロース 40	グリセロール モノオレエー 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	560	20	6.5
53	14.5	35	38	10.5	2	556	60	エチルセルロース 40	ソルビタンセ キオレート 0.1	フタル酸 ジブチル 2.0	565	20	6.6
54	15	50	20	10	5	555	60	エチルセルロース 40	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	565	20	6.7

【表 9】

実施例/ 比較例 NO.	第一誘電体層の組成 (重量%)					ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス中 のガラス粉体 成分重量(%)	溶剤を含むバインダー 成分の重量(%)	バインダー中の 分散剤の重量%	バインダー中の 可塑剤の重量%	焼成 温度 (°C)	第一誘電体 層の 膜厚(μm)	誘電体 層の誘電率 (ε)
	PbO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>								
55	50	25	15	10	—	560	55	エチルセルロース 45	ソルビタン セスキオレート 0.1	フタル酸 ジブチル 2.0	580	5	10.5
56	65	10	22	1	2	550	65	アクリル 40	グリセロール モノオレート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	560	5	11.0
57	45	30	20	5	—	570	70	エチルセルロース 30	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	590	5	10.8
58	スパッタ法によるSiO <sub>2</sub> 膜					—	—	—	—	—	—	5	4.0
59	スパッタ法によるAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 膜					—	—	—	—	—	—	2	9.0
60	スパッタ法によるZnO膜					—	—	—	—	—	—	2	7.0

【表 10】

実施例/ 比較例 NO.	第二誘電体層の組成 (重量%)						ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス中の 成分重量(%)	溶剤を含むバインダー 成分の重量(%)	バインダー中 分散剤の重	バインダー中 の可塑性剤の重量%	焼成 温度 (°C)	第二誘電体 層の 膜厚(μm)	誘電体 層の誘電率 (ε)
55	ZnO 20	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 55	SiO <sub>2</sub> 5	MgO 10	Li <sub>2</sub> O 10		535	55	アクリル 45	ホモゲノ 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	545	25	6.5
56	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 20	ZnO 30	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 40	SiO <sub>2</sub> 10	-		560	35	エチルセルロース 65	ホモゲノ 0.1	フタル酸 ジブチル 3.0	565	25	6.3
57	ZnO 40	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 45	SiO <sub>2</sub> 5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5	Cs <sub>2</sub> O 5		557	65	エチルセルロース 35	ホモゲノ 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	565	25	6.3
58	ZnO 42	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 43	SiO <sub>2</sub> 5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5	Cs <sub>2</sub> O 5		556	65	エチルセルロース 35	ホモゲノ 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	565	25	6.3
59	ZnO 30	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 45	SiO <sub>2</sub> 5	CaO 10	K <sub>2</sub> O 10		540	60	エチルセルロース 40	ポリオキシ ンモノオレ 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	550	28	6.4
60	ZnO 30	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 45	SiO <sub>2</sub> 5	CaO 10	K <sub>2</sub> O 10		540	60	エチルセルロース 40	ポリオキシ ンモノオレ 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	550	28	6.4

【表 11】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層の組成(重量%)					ガラスの 軟化点 (°C)	ガラスの 成分重量(%)	溶剤を含むバインダー 成分の重量(%) (上記はバインダー名)	バインダー中の 分散剤の重量%	バインダー中の 可塑剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 (μm)	誘電体 層の誘電率 (ε)
	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO								
61*	35	25	26	10	4	580	55	アクリル 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	590	30	12.0
62*	45	30	15	7	3	550	60	エチルセルロース 40	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	575	30	12.5
63*	37	28	20	5	10	570	35	エチルセルロース 65	ソルビタン セスキオレート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	575	30	11.8
64*	35	30	17	10	8	575	40	エチルセルロース 60	ソルビタン セスキオレート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	575	30	11.4
65*	Na <sub>2</sub> O 15	20	55	5	5	530	60	エチルセルロース 40	ソルビタン セスキオレート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	535	30	6.4
66*	Na <sub>2</sub> O 20	30	30	10	10	525	60	エチルセルロース 40	ソルビタン セスキオレート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	530	30	6.5
67*	Na <sub>2</sub> O 25	35	40	—	—	560	60	エチルセルロース 40	ソルビタン セスキオレート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	570	30	6.7

\*No. 61~67は比較例

【表 12】

実施例/ 比較例 No.	誘電体層の組成 (重量%)					ガラスの 軟化点 (°C)	ガラスの 成分重量(%)	溶剤を含むバインダ- 成分の重量(%)	バインダ-中の 分散剤の重量%	バインダ-中の 可塑性剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体層の 膜厚 (μm)	誘電体 層の誘電率 (ε)
	PbO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>								
68*	50	25	15	10	0	560	55	エチルセルロース 45	ソルビタ- セスキオレ- 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	580	20	10.5
69*	65	10	22	1	2	550	65	アクリル 40	グリセロ- モノオレ- 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	560	20	11.0
70*	45	30	20	5	0	570	70	エチルセルロース 30	ホモゲノ- 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	590	20	10.8
71*	55	10	30	5	0	575	35	エチルセルロース 65	グリセロ- モノオレ- 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	590	20	10.7

\*No. 68~71は比較例



【表 13】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層の組成(重量%)					ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス中 のガラス粉体 成分重量(%)	溶剤を含むバインダー 成分の重量(%)	バインダー中の 分散剤の重量%	バインダー中の 可塑剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	誘電体 層の誘電率 ( $\epsilon$ )
	$\text{Bi}_2\text{O}_3$	$\text{ZnO}$	$\text{B}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{CaO}$								
72*	35	25	25	10	5	580	55	アクリル 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	590	15	12.0
73*	45	30	15	7	3	550	60	エチルセルロース 40	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	575	15	12.5
74*	37	28	20	5	10	570	35	エチルセルロース 65	ソルビタン セスキオレート 0.2	フタル酸 ジオクチル 2.0	575	15	11.8
75*	35	30	17	10	8	575	40	エチルセルロース 60	ソルビタン セスキオレート 0.2	フタル酸 ジオクチル 2.0	575	15	11.4

\*No. 72~75は比較例

【表 14】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 $\tan \delta$ (10 <sup>3</sup> Hz)	$\varepsilon \tan \delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
1	着色なし	550	485	0.016	0.064	5.0
2	着色なし	552	480	0.008	0.050	5.2
3	着色なし	541	472	0.008	0.057	5.3
4	着色なし	540	490	0.008	0.057	5.3
5	着色なし	542	520	0.011	0.072	5.0
6	着色なし	547	450	0.011	0.101	4.6
7	着色なし	537	485	0.013	0.085	4.8
8	着色なし	540	490	0.011	0.091	4.7

【表 15】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 tan $\delta$ (10kHz)	$\epsilon$ tan $\delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
9	着色なし	565	491	0.015	0.090	4.5
10	着色なし	562	483	0.014	0.083	3.9
11	着色なし	551	475	0.009	0.052	4.6
12	着色なし	548	507	0.012	0.074	3.8
13	着色なし	557	532	0.010	0.065	4.6
14	着色なし	558	499	0.009	0.055	4.7

【表 16】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 $\tan \delta$ (1kHz)	誘電体層 の耐電圧(kV)
15	着色なし	560	498	0.091	4.7
16	着色なし	554	458	0.098	4.6
17	着色なし	545	468	0.098	4.6
18	着色なし	538	495	0.085	4.7
19	着色なし	540	515	0.101	4.6
20	着色なし	552	529	0.116	4.5
21	着色なし	548	513	0.087	4.8
22	着色なし	545	508	0.064	5.0

【表 17】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 tan $\delta$ (10kHz)	$\epsilon \tan \delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
23	着色なし	520	505	0.012	0.077	4.9
24	着色なし	505	500	0.013	0.083	4.8
25	着色なし	510	498	0.009	0.057	5.2
26	着色なし	522	490	0.010	0.063	5.1
27	着色なし	538	485	0.010	0.063	5.1
28	着色なし	542	487	0.010	0.063	5.1
29	着色なし	526	488	0.010	0.063	5.1
30	着色なし	525	489	0.010	0.063	5.1

【表 18】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 $\tan \delta$ (10 <sup>3</sup> Hz)	$\epsilon \tan \delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
31	着色なし	550	538	0.01	0.101	4.5
32	着色なし	554	520	0.01	0.070	5.0
33	着色なし	545	531	0.01	0.085	4.8
34	着色なし	553	533	0.01	0.092	4.8
35	着色なし	532	535	0.01	0.092	4.7
36	着色なし	527	525	0.01	0.092	4.7
37	着色なし	534	520	0.01	0.101	4.6
38	着色なし	550	530	0.01	0.085	4.9

【表 19】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 tan $\delta$ (10kHz)	$\epsilon \tan \delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
39	着色なし	570	532	0.013	0.085	4.4
40	着色なし	560	515	0.012	0.076	3.5
41	着色なし	555	524	0.014	0.090	3.5
42	着色なし	550	532	0.012	0.078	3.6
43	着色なし	549	548	0.090	0.060	3.7
44	着色なし	560	556	0.013	0.088	4.5

【表 20】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 tan $\delta$ (10kHz)	$\epsilon$ tan $\delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
45	着色なし	533	532	0.01	0.072	4.7
46	着色なし	516	532	0.009	0.059	4.8
47	着色なし	524	525	0.007	0.045	4.9
48	着色なし	532	523	0.008	0.051	4.8
49	着色なし	549	522	0.009	0.058	4.7
50	着色なし	556	523	0.012	0.077	4.6



【表 21】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 tan $\delta$ (10kHz)	$\epsilon$ tan $\delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
51	着色なし	562	556	0.007	0.048	4.9
52	着色なし	569	532	0.011	0.072	4.7
53	着色なし	564	540	0.009	0.059	4.8
54	着色なし	568	549	0.013	0.087	4.6

【表 22】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力 (W)	損失係数 $\tan \delta$ (10 <sup>3</sup> Hz)	$\varepsilon \tan \delta$	誘電体層 の耐電圧 (kV)
55	着色なし	560	520	0.015	0.103	4.5
56	着色なし	558	535	0.013	0.090	4.8
57	着色なし	550	525	0.013	0.086	4.8
58	着色なし	546	485	0.013	0.078	4.8
59	着色なし	549	535	0.014	0.100	4.8
60	着色なし	549	530	0.013	0.095	4.8

【表 23】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 tan $\delta$ (10kHz)	$\epsilon$ tan $\delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
61*	黄変	530	830	0.024	0.288	3.0
62*	黄変	545	902	0.025	0.313	2.9
63*	黄変	550	850	0.023	0.271	3.1
64*	黄変	551	832	0.022	0.251	3.2
65*	黄変	530	690	0.102	0.653	3.0
66*	黄変	540	685	0.105	0.683	2.5
67*	黄変	542	680	0.112	0.750	2.1

No. 61~67は比較例

【表 24】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 tan $\delta$ (10 <sup>3</sup> Hz)	$\epsilon$ tan $\delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
68*	着色なし	564	890	0.013	0.158	3.0
69*	着色なし	560	900	0.013	0.143	3.1
70*	着色なし	550	884	0.013	0.140	3.1
71*	着色なし	545	875	0.014	0.150	3.2

No. 68～71は比較例

【表 25】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 tan $\delta$ (10kHz)	$\epsilon$ tan $\delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
72*	わずかに黄色に着色	543	981	0.024	0.288	2.5
73*	わずかに黄色に着色	559	1,023	0.025	0.313	2.4
74*	わずかに黄色に着色	560	965	0.023	0.271	2.8
75*	わずかに黄色に着色	562	933	0.022	0.251	2.9

No. 72～75は比較例

## 5. 実施例の性能評価

5-1. 誘電率  $\epsilon$  について

まず表 1 のように、実施例の  $ZnO-P_2O_5$  系ガラス (No. 1~8) では、省電性を得るために良好な誘電率  $\epsilon$  の値 ( $\epsilon = 6.2 \sim 6.7$ ) が得られることが確認できた。この実施例 No. 1~8 の  $P_2O_5-ZnO$  系ガラスは、実施の形態 1 で述べた誘電体層のガラス組成に直接基づくバリエーション群である。このうち実施例 No. 3、5~8 によれば、本発明の効果が得られる  $ZnO-P_2O_5$  系ガラスの具体的な組成範囲は、 $P_2O_5$  が 10~25wt%、 $ZnO$  が 20~35wt%、 $B_2O_3$  が 30~55wt%、 $SiO_2$  が 5~12wt%、および DO と  $R_2O$  が 10wt% を上限として含まれる割合が望ましい。ここで、R は Li、Na、K、Rb、Cs、Cu、Ag のうちの中から選ばれたもの、D は Mg、Ca、Ba、Sr、Co、Cr、Ni のうちの中から選ばれたものとする。なお、R の Cu と D の Cr については、別の実験により上記 DO または  $R_2O$  として使用可能であることが確認されている。

なお、 $R_2O$  成分を含まない No. 4 については、表 1 中の誘電体層のガラス組成を基準として、 $P_2O_5$  が 20~30wt%、 $ZnO$  が 30~40wt%、 $B_2O_3$  が 30~45wt%、 $SiO_2$  が 1~10wt% のガラス組成の範囲で若干変化させても同様の性能が得られるものと推測される。

次に、表 2 に示す実施例の  $ZnO-P_2O_5$  系ガラス (No. 9~14) の組成でも、誘電率  $\epsilon$  の値が 6.0 台以下 ( $\epsilon = 5.8 \sim 6.5$ ) にまで低減され、良好な結果が得られることが分かった。これらの実施例 No. 9~14 によれば、そのガラス組成範囲は、 $P_2O_5$  が 42~50wt%、 $ZnO$  が 35~50wt%、 $Al_2O_3$  が 7~14wt%、 $Na_2O$  が 5wt% を上限として含まれるものが望ましいと考えられる。

さらに、表 3 に示す実施例の  $ZnO$  系ガラス (No. 15~22) の組成でも、誘電率  $\epsilon$  の値が 6.0 台 ( $\epsilon = 6.4 \sim 6.8$ ) にまで抑えられ、良好な結果が得られることが分かった。これらの実施例 No. 15~22 によれば、そのガラス組成範囲は、 $ZnO$  が 20~44wt%、 $B_2O_3$  が 38~55wt%、 $SiO_2$  が 5~12wt% で含まれ、さらに、 $R_2O$  および MO がそれぞれ 10wt% を上限として含まれるものが望ましい。但し、R は Li、Na、K、Rb、Cs、Cu、Ag のうちの中から選ばれたもの、M は Mg、Ca、Ba、Sr、Co、Cr のうちの中から選ばれたもの

のとする。ここで、MのCoとCrについては当表中に書かれていないが、別の実験により上記MOとして使用可能であることが確認されている。

5     なお、 $R_2O$ 成分を含まないNo.20については、表3中の誘電体層のガラス組成を基準として、ZnOが30~45wt%、 $B_2O_3$ が40~60wt%、 $SiO_2$ が1~15wt%のガラス組成の範囲で若干変化させても同様の性能が得られるものと推測される。

10     さらに、表4に示す実施例のZnO系ガラス(No.23~30)の組成でも、誘電率 $\epsilon$ の値が6.0台( $\epsilon=6.3\sim6.4$ )にまで抑えられ、良好な結果が得られることが分かった。これらの実施例No.23~30によれば、そのガラス組成範囲は、ZnOが20~43wt%、 $B_2O_3$ が38~55wt%、 $SiO_2$ が5~12wt%、 $Al_2O_3$ が1~10%で含まれ、さらに、 $R_2O$ およびMOがそれぞれ10wt%を上限として含まれるものが望ましい。但し、RはLi、Na、K、Rb、Cs、Cu、Agのうちの中から選ばれたもの、MはMg、Ca、Ba、Sr、Co、Crのうちの中から選ばれたものとする。ここで、MのCoについては当表中に書かれてい

15     ないが、別の実験により上記MOとして使用可能であることが確認されている。

   なお、 $R_2O$ 成分を含まないNo.29については、表4中の誘電体層のガラス組成を基準として、ZnOが30~45wt%、 $B_2O_3$ が40~55wt%、 $SiO_2$ が1~10wt%、 $Al_2O_3$ が1~10wt%、CaOが1~5wt%のガラス組成の範囲で若干変化させても同様の性能が得られるものと推測される。

20     さらに、表5に示す実施例のZnO系ガラス(No.31~38)の組成でも、誘電率 $\epsilon$ の値が6.0台( $\epsilon=6.4\sim6.7$ )にまで抑えられ、良好な結果が得られることが分かった。これらの実施例No.31~38によれば、そのガラス組成範囲は、ZnOが1~15wt%、 $B_2O_3$ が20~40wt%、 $SiO_2$ が10~30wt%、 $Al_2O_3$ が5~25wt%、 $Li_2O$ が3~10wt%、MOが2~15wt%の組成のものが望

25     ましい。但し、MはMg、Ca、Ba、Sr、Co、Crのうちの中から選ばれたものとする。ここで、MのCoとCrについては当表中に書かれていないが、別の実験により上記MOとして使用可能であることが確認されている。

   さらに、表6に示す実施例のZnO系ガラス(No.39~44)の組成でも、誘電率 $\epsilon$ の値が6.0台( $\epsilon=6.3\sim6.8$ )にまで抑えられ、良好な結果が得られること

が分かった。これらの実施例 No. 39~44 によれば、そのガラス組成範囲は、ZnO が 35~60wt%、 $B_2O_3$  が 25~45wt%、 $SiO_2$  が 1~10.5wt%、 $Al_2O_3$  が 1~10wt% で含まれ、さらに  $Na_2O$  が 5wt% を上限として含まれる組成のものが望ましい。

- 5     なお、 $R_2O$ （ここでは  $Na_2O$ ）成分を含まない No. 43 については、表 6 中の誘電体層のガラス組成を基準として、ZnO が 40~60wt%、 $B_2O_3$  が 35~45wt%、 $SiO_2$  が 1~10wt%、 $Al_2O_3$  が 1~10wt% のガラス組成の範囲で若干変化させても同様の性能が得られるものと推測される。

- 10     さらに、表 7 に示す実施例の ZnO 系ガラス（No. 45~50）の組成でも、誘電率  $\epsilon$  の値が 6.0 台（ $\epsilon = 6.4 \sim 6.5$ ）にまで抑えられ、良好な結果が得られることが分かった。これらの実施例 No. 45~50 によれば、そのガラス組成範囲は、ZnO が 35~60wt%、 $B_2O_3$  が 25~45wt%、 $SiO_2$  が 1~12wt%、 $Al_2O_3$  が 1~10wt% で含まれ、さらに  $K_2O$  が 5wt% を上限として含まれる組成のものが望ましい。

- 15     なお、 $R_2O$ （ここでは  $K_2O$ ）成分を含まない No. 47 については、表 7 中の誘電体層のガラス組成を基準として、ZnO が 30~60wt%、 $B_2O_3$  が 30~50wt%、 $SiO_2$  が 1~10wt%、 $Al_2O_3$  が 1~10wt% のガラス組成の範囲で若干変化させても同様の性能が得られるものと推測される。

- 20     次に、表 8 に示す実施例の ZnO- $Nb_2O_5$  系ガラス（No. 51~54）の組成でも、誘電率  $\epsilon$  の値が 6.0 台（ $\epsilon = 6.5 \sim 6.8$ ）にまで抑えられ、良好な結果が得られることが分かった。これらの実施例 No. 51~54 によれば、そのガラス組成範囲は、 $Nb_2O_5$  が 9~19wt%、ZnO が 35~60wt%、 $B_2O_3$  が 20~38wt%、 $SiO_2$  が 1~10.5wt%、 $Li_2O$  が 5wt% を上限として含まれる組成のものが望ましい。

- 25     なお、 $R_2O$ （ここでは  $Li_2O$ ）成分を含まない No. 51 については、表 8 中の誘電体層のガラス組成を基準として、 $Nb_2O_5$  が 9~20wt%、ZnO が 35~60wt%、 $B_2O_3$  が 25~40wt%、 $SiO_2$  が 1~10wt% のガラス組成の範囲で若干変化させても同様の性能が得られるものと推測される。

以上のように、実施例 No. 1~54 のどれもが誘電率  $\epsilon$  の値が 6.0 台かそれ以下



の数値であって、表 11 および表 12 に示す比較例 N o . 61~64、68~75 の誘電率  $\epsilon$  (11~12 台) に比べて半分程度 (6.0 台) までに低減されている。なお、比較例 N o . 65~67 については誘電率  $\epsilon$  が 6.4~6.7 と実施例並に低く抑えられているが、これら比較例 N o . 65~67 の性能は後述するように損失係数  $\tan \delta$  や黄変などの特性で実施例の性能に及んでいない。

さらに、実施の形態 2 の誘電体層 (二層構造の誘電体層) の構成に相当する実施例 N o . 55~60 では、第一誘電体層に P b O 系ガラス (N o . 55~57) またはスパッタリングにより形成した S i O<sub>2</sub> 系ガラス (N o . 58)、A l<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 系ガラス (N o . 59)、Z n O 系ガラス (N o . 60) を用い、第二誘電体層に Z n O 系ガラス (N o . 55、57~60) または P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Z n O 系ガラス (N o . 56) を用いた構成としている。これらの構成によっても、前記した実施例 N o . 1~54 と同様に、全体的な誘電率  $\epsilon$  が 7 以下に低く抑えられている。

#### 5-2. パネル輝度およびパネル消費電力について

表 14~25 に示す結果から、実施例 N o . 1~60 では、総じてパネル輝度に関して比較例 N o . 61~75 とほぼ同等の性能を保ちながらも、その消費電力が当該比較例よりも大幅に (比較例の 830~1000W 台に比べて 450~550W 台にまで) 低減されることがわかった。

一方、電力損失  $w$  と比例する  $\epsilon \cdot \tan \delta$  (数 3 式を参照のこと) の値に関しては、比較例の 0.140~0.750 台の値の範囲に対して、R<sub>2</sub>O を誘電体層の組成に含まない実施例 N o . 4、20、29、43、47、51 も合わせた実施例 N o . 1~60 の全体で、最高値でも 0.12 以下にまで低減されている。このことから、実施例の P D P が省電力性に優れ、良好な発光効率が得られることが分かる。また、本発明の誘電体層のガラス組成を決定する際には、上記実施例 N o . 1~60 の全体的な測定結果から、 $\epsilon \cdot \tan \delta$  が 0.12 以下の値となるものを選ぶことが一つの基準にできると思われる。

また、このようなガラス組成によって、実施例 N o . 1~60 は耐電圧も最大で比較例のほぼ 1.5 倍程度までに改善され、耐久性の面でも優れていることが分かった。

#### 5-3. 誘電体層の透明度 (着色状態) について

実施例N o. 1~60 で挙げたすべてのガラス組成においては、表 14~22 に示すように、肉眼での観察によっても比較例N o. 61~67 やN o. 72~75 のように黄変が観察されることなく良好な透明度が維持されることが確認できた。このおかげで前記パネル輝度における優れた性能が発揮されたとも思われる。なお、比較例N o. 68~71 については黄変は見られなかったものの、前述の通り誘電率 $\epsilon$ が10.5~11.0 と実施例に対してかなり高い数値を示している。

誘電体層の黄変は既に述べたように、主としてバスラインのAgもしくはCu成分のコロイド粒子が可視光を反射するために起こるとされているが、実施例の誘電体層ではこのコロイド粒子の発生が抑えられ、透明度が維持されている。これは当該ガラス層の組成中の $R_2O$ 成分を 10w t %以下の範囲にとどめることに

結果、得られたものである。これを言い換えれば、本実施例の誘電体層中の組成はZnOを含み（またはさらに $P_2O_5$ を含み）、 $R_2O$ を 10w t %の上限で含んで誘電率 $\epsilon$ が7以下の値をとるものを選択するのが望ましいと思われる。しかし、表記した実施例のうちにはこの $R_2O$ を全く含まないもの（例えばN o. 4、20 等）でも良好な誘電率値を呈するものがあるため、必ずしも $R_2O$ が誘電体層中に含まれることが絶対条件であるというわけではない。

なお、比較例N o. 65~67 のデータに示されるように、ZnO系ガラスもしくはZnO- $P_2O_5$ 系ガラスで $R_2O$ （例えば $Na_2O$ ）を 10w t %よりも多く添加すると黄変が観察された（ここで、比較例N o. 67 は特開平 8-77930 号公報に開示されているものに基づくPDPである）。これらの黄変は、他の比較例よりも強い程度に観察された。

#### 6. その他の事項

上記実施の形態および実施例ではVGA方式のPDPを作製する例について示したが、当然ながら本発明はこれに限定するものではなく、別の規格のPDPに適用してもよい。

またPDPの放電ガスはNe-Xe系に限らず、これ以外の放電ガスであっても同様の効果を奏する。

### 産業上の利用可能性

以上の本発明のプラズマディスプレイパネルは、省電性に優れるように構成されているため、従来は比較的消費電力が大きいとされていた大画面のハイビジョンテレビなどに利用することが可能である。

## 請求の範囲

1.

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの間に、放電ガスが封入され、  
5 第二プレートに対向する第一プレート表面には、A gまたはC uからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、少なくともZ n Oと、10w t %以下のR<sub>2</sub>Oを含み、かつP b  
10 OおよびB i<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を含まない組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.10以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

但し、RはL i、N a、K、R b、C s、C u、A gから選ばれたものとする。

2.

15 前記誘電体層は、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

3.

前記誘電体層は、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>が10~25w t %、Z n Oが20~35w t %、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が30~40w t %、S i O<sub>2</sub>が5~12w t %で含まれ、さらに、R<sub>2</sub>OおよびD Oがそれぞれ10w t %を上限として含まれているZ n O-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>系ガラスからなり、その  
20 誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

但し、DはM g、C a、B a、S r、C o、C r、N iのうちから選ばれたものとする。

25 4.

前記誘電体層は、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>が42~50w t %、Z n Oが35~50w t %、A l<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が7~14w t %、N a<sub>2</sub>Oが5w t %を上限として含まれているZ n O-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

5.

前記誘電体層は、 $ZnO$ が20～44wt%、 $B_2O_3$ が38～55wt%、 $SiO_2$ が5～12wt%で含まれ、さらに、 $R_2O$ および $MO$ がそれぞれ10wt%を上限として含まれている $ZnO$ 系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

但し、 $R$ は $Li$ 、 $Na$ 、 $K$ 、 $Rb$ 、 $Cs$ 、 $Cu$ 、 $Ag$ から選ばれたもの、 $M$ は $Mg$ 、 $Ca$ 、 $Ba$ 、 $Sr$ 、 $Co$ 、 $Cr$ のうちから選ばれたものとする。

6.

前記誘電体層は、 $ZnO$ が20～43wt%、 $B_2O_3$ が38～55wt%、 $SiO_2$ が5～12wt%、 $Al_2O_3$ が1～10%で含まれ、さらに、 $R_2O$ および $MO$ がそれぞれ10wt%を上限として含まれている $ZnO$ 系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

但し、 $R$ は $Li$ 、 $Na$ 、 $K$ 、 $Rb$ 、 $Cs$ 、 $Cu$ 、 $Ag$ から選ばれたもの、 $M$ は $Mg$ 、 $Ca$ 、 $Ba$ 、 $Sr$ 、 $Co$ 、 $Cr$ から選ばれたものとする。

7.

前記誘電体層は、 $ZnO$ が1～15wt%、 $B_2O_3$ が20～40wt%、 $SiO_2$ が10～30wt%、 $Al_2O_3$ が5～25wt%、 $Li_2O$ が3～10wt%、 $MO$ が2～15wt%の組成を有する $ZnO$ 系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

但し、 $M$ は $Mg$ 、 $Ca$ 、 $Ba$ 、 $Sr$ 、 $Co$ 、 $Cr$ から選ばれたものとする。

8.

前記誘電体層は、 $ZnO$ が35～60wt%、 $B_2O_3$ が25～45wt%、 $SiO_2$ が1～10.5wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%で含まれ、さらに $Na_2O$ が5wt%を上限として含まれている $ZnO$ 系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

9.

前記誘電体層は、 $ZnO$ が35～60wt%、 $B_2O_3$ が25～45wt%、 $SiO_2$ が1～12wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%で含まれ、さらに $K_2O$ が5wt%を上限と

して含まれているZnO系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

10.

前記誘電体層は、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>が9~19wt%、ZnOが35~60wt%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が  
5 20~38wt%、SiO<sub>2</sub>が1~10.5wt%、Li<sub>2</sub>Oが5wt%を上限として含まれているZnO-Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

11.

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの間に、放電ガスが封入され、  
10 第二プレートに対向する第一プレート表面には、AgまたはCuからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>が20~30wt%、ZnOが30~40wt%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が30  
15 ~45wt%、SiO<sub>2</sub>が1~10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

12.

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの間に、放電ガスが封入され、  
20 第二プレートに対向する第一プレート表面には、AgまたはCuからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、ZnOが30~45wt%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が40~60wt%、SiO<sub>2</sub>が1  
25 ~15wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

13.

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの間に、放電ガスが封入され、  
第二プレートに対向する第一プレート表面には、AgまたはCuからなる複数対

の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、ZnOが30～45wt%、 $B_2O_3$ が40～55wt%、 $SiO_2$ が1  
5 ～10wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%、CaOが1～5wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

14.

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの間に、放電ガスが封入され、  
10 第二プレートに対向する第一プレート表面には、AgまたはCuからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、ZnOが40～60wt%、 $B_2O_3$ が35～45wt%、 $SiO_2$ が1  
15 ～10wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

15.

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの間に、放電ガスが封入され、  
20 第二プレートに対向する第一プレート表面には、AgまたはCuからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、ZnOが30～60wt%、 $B_2O_3$ が30～50wt%、 $SiO_2$ が1  
25 ～10wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

16.

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの間に、放電ガスが封入され、

第二プレートに対向する第一プレート表面には、A gまたはC uからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

- 5 前記誘電体層は、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ が9~20wt%、 $\text{ZnO}$ が35~60wt%、 $\text{B}_2\text{O}_3$ が25~40wt%、 $\text{SiO}_2$ が1~10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

17.

- 10 対向して設けられた第一プレートと第二プレートの間に、放電ガスが封入され、第二プレートに対向する第一プレート表面には、A gまたはC uからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

- 15 前記誘電体層は、

$\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ のいずれかの薄膜、または $\text{PbO}$ と $\text{Bi}_2\text{O}_3$ のいずれかを含む組成のガラスからなり、前記複数対の表示電極を覆うように形成された第一誘電体層と、

- 20 誘電率 $\epsilon$ と損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値である組成のガラスからなり、前記第一誘電体層の上に被覆された第二誘電体層と

から構成されることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

18.

- 25 前記第二誘電体層は、少なくとも $\text{ZnO}$ と、10wt%以下の $\text{R}_2\text{O}$ を含み、かつ $\text{PbO}$ および $\text{Bi}_2\text{O}_3$ を含まない組成のガラスからなることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

但し、RはLi、Na、K、Rb、Cs、Cu、Agから選ばれたものとする。 $\text{R}_2\text{O}$ が10wt%を上限として含まれていることを特徴とする請求の範囲17に記載するプラズマディスプレイパネル。

19.



前記誘電体層のトータルの厚みは  $40\ \mu\text{m}$  以下であって、前記第一誘電体層の厚みは前記トータルの厚みの半分以下であることを特徴とする請求の範囲 17 に記載するプラズマディスプレイパネル。

## 補正書の請求の範囲

[2000年10月9日(09.10.00)国際事務局受理：出願当初の請求の範囲1、11-17は補正された；他の請求の範囲は変更なし。(4頁)]

- 5 対向して設けられた第一プレートと第二プレートの上に、放電ガスが封入され、第二プレートに対向する第一プレート表面には、Agからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、
- 前記誘電体層は、少なくともZnOと、10wt%以下の $R_2O$ を含み、かつPb
- 10 Oおよび $Bi_2O_3$ を含まない組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

但し、RはLi、Na、K、Rb、Cs、Cu、Agから選ばれたものとする。

2.

- 15 前記誘電体層は、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

3.

- 前記誘電体層は、 $P_2O_5$ が10~25wt%、ZnOが20~35wt%、 $B_2O_3$ が30~40wt%、 $SiO_2$ が5~12wt%で含まれ、さらに、 $R_2O$ およびDOがそれぞれ10wt%を上限として含まれているZnO- $P_2O_5$ 系ガラスからなり、その
- 20 誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

但し、DはMg、Ca、Ba、Sr、Co、Cr、Niのうちから選ばれたものとする。

25 4.

前記誘電体層は、 $P_2O_5$ が42~50wt%、ZnOが35~50wt%、 $Al_2O_3$ が7~14wt%、 $Na_2O$ が5wt%を上限として含まれているZnO- $P_2O_5$ 系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

して含まれているZnO系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

10.

前記誘電体層は、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>が9~19wt%、ZnOが35~60wt%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が  
5 20~38wt%、SiO<sub>2</sub>が1~10.5wt%、Li<sub>2</sub>Oが5wt%を上限として含まれて  
いるZnO-Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特  
徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

11. (補正後)

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの上に、放電ガスが封入され、  
0 第二プレートに対向する第一プレート表面には、Agからなる複数対の表示電極  
が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにし  
て誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>が20~30wt%、ZnOが30~40wt%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が30  
~45wt%、SiO<sub>2</sub>が1~10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とそ  
15 の損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディ  
スプレイパネル。

12. (補正後)

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの上に、放電ガスが封入され、  
第二プレートに対向する第一プレート表面には、Agからなる複数対の表示電極  
20 が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにし  
て誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、ZnOが30~45wt%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が40~60wt%、SiO<sub>2</sub>が1  
~15wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積  
が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

25 13. (補正後)

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの上に、放電ガスが封入され、  
第二プレートに対向する第一プレート表面には、Agからなる複数対の表示電極  
が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにし  
て誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、 $ZnO$ が30～45wt%、 $B_2O_3$ が40～55wt%、 $SiO_2$ が1～10wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%、 $CaO$ が1～5wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

5 14. (補正後)

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの上に、放電ガスが封入され、第二プレートに対向する第一プレート表面には、 $Ag$ からなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

10 前記誘電体層は、 $ZnO$ が40～60wt%、 $B_2O_3$ が35～45wt%、 $SiO_2$ が1～10wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

15. (補正後)

15 対向して設けられた第一プレートと第二プレートの上に、放電ガスが封入され、第二プレートに対向する第一プレート表面には、 $Ag$ からなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

20 前記誘電体層は、 $ZnO$ が30～60wt%、 $B_2O_3$ が30～50wt%、 $SiO_2$ が1～10wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

16. (補正後)

25 対向して設けられた第一プレートと第二プレートの上に、放電ガスが封入され、第二プレートに対向する第一プレート表面には、 $Ag$ からなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、 $Nb_2O_5$ が9～20wt%、 $ZnO$ が35～60wt%、 $B_2O_3$ が25～40wt%、 $SiO_2$ が1～10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ と

その損失係数  $\tan \delta$  の積が 0.12 以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

17. (補正後)

5 対向して設けられた第一プレートと第二プレートの間に、放電ガスが封入され、第二プレートに対向する第一プレート表面には、Ag からなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、

10  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$  のいずれかの薄膜、または  $\text{PbO}$  と  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  のいずれかを含む組成のガラスからなり、前記複数対の表示電極を覆うように形成された第一誘電体層と、

誘電率  $\epsilon$  と損失係数  $\tan \delta$  の積が 0.12 以下の値である組成のガラスからなり、前記第一誘電体層の上に被覆された第二誘電体層と

から構成されることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

15 18.

前記第二誘電体層は、少なくとも  $\text{ZnO}$  と、10wt% 以下の  $\text{R}_2\text{O}$  を含み、かつ  $\text{PbO}$  および  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  を含まない組成のガラスからなることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

但し、R は Li、Na、K、Rb、Cs、Cu、Ag から選ばれたものとする。

20  $\text{R}_2\text{O}$  が 10wt% を上限として含まれていることを特徴とする請求の範囲 17 に記載するプラズマディスプレイパネル。

19.

前記誘電体層のトータルの厚みは  $40\mu\text{m}$  以下であって、前記第一誘電体層の厚みは前記トータルの厚みの半分以下であることを特徴とする請求の範囲 17 に記

25 載するプラズマディスプレイパネル。



**图 1**

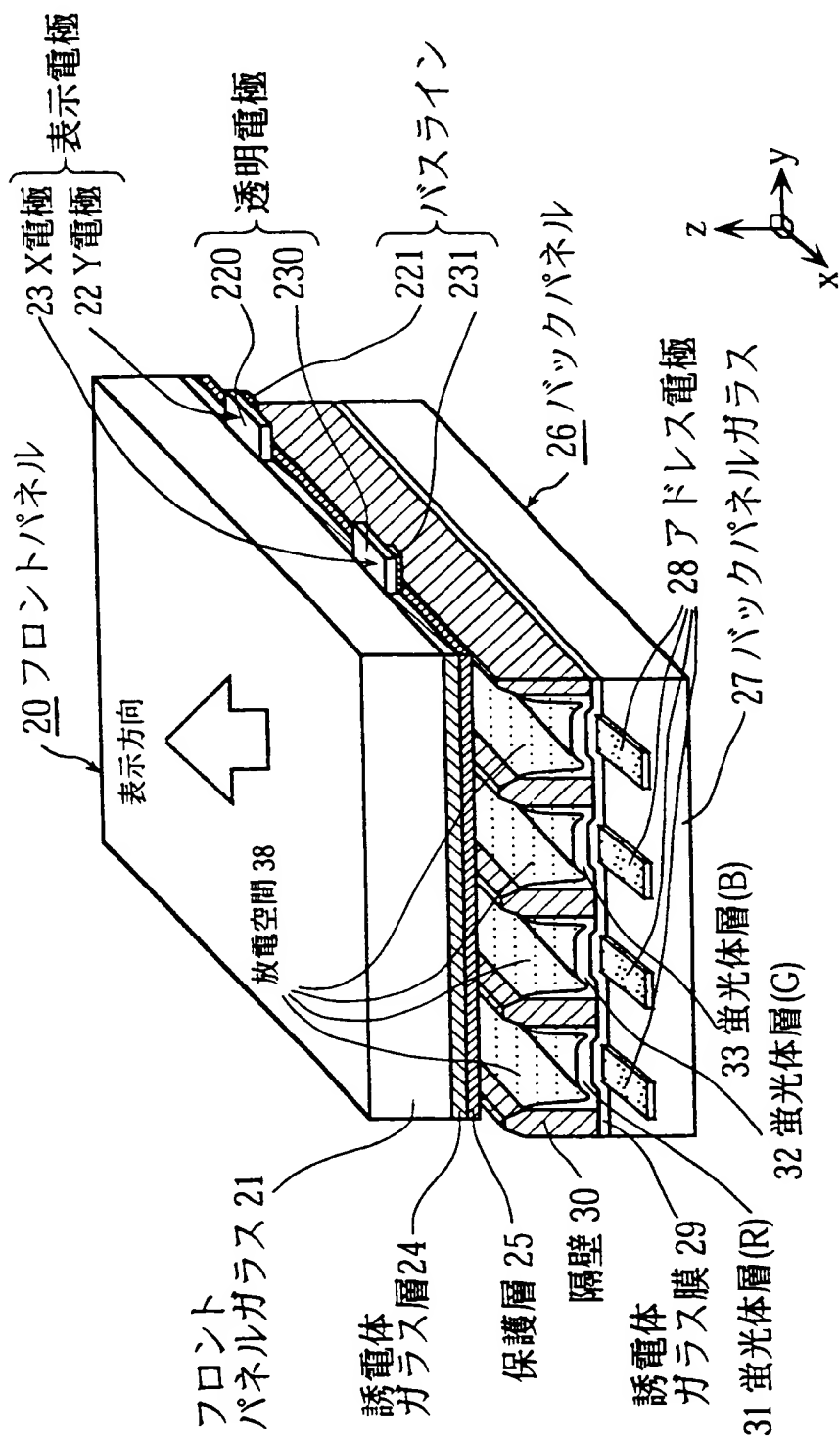






图2

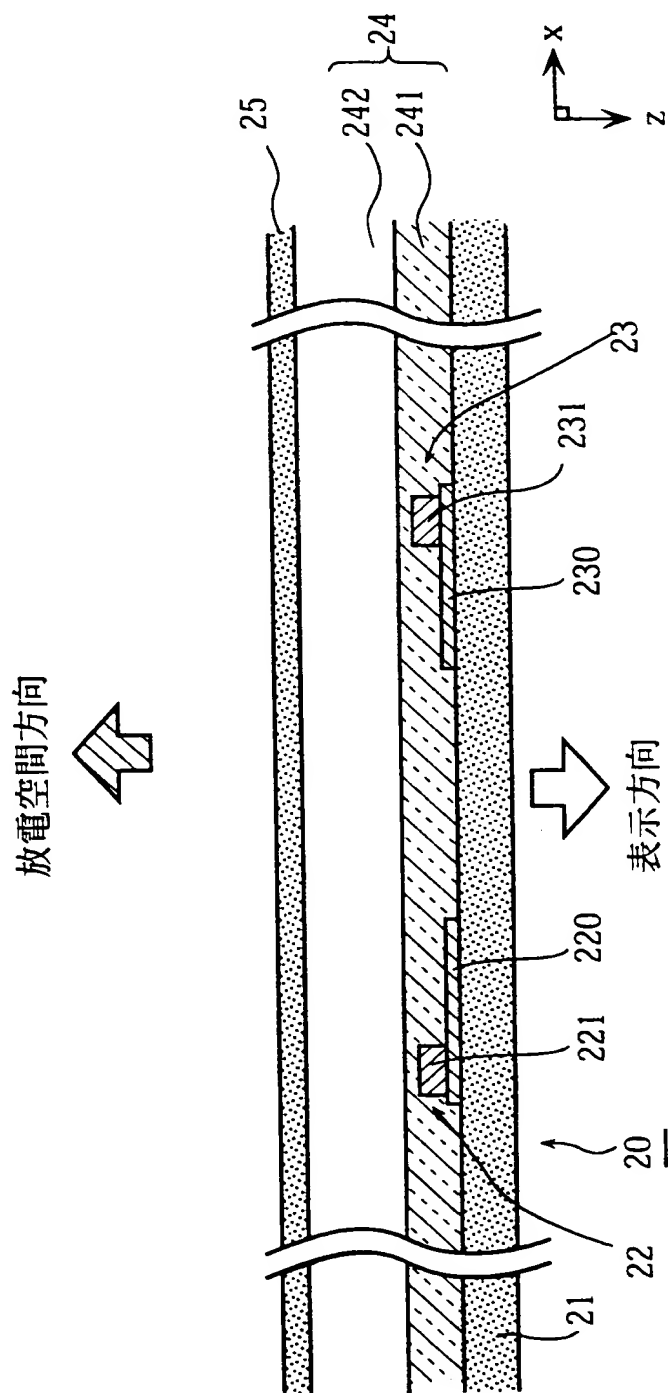
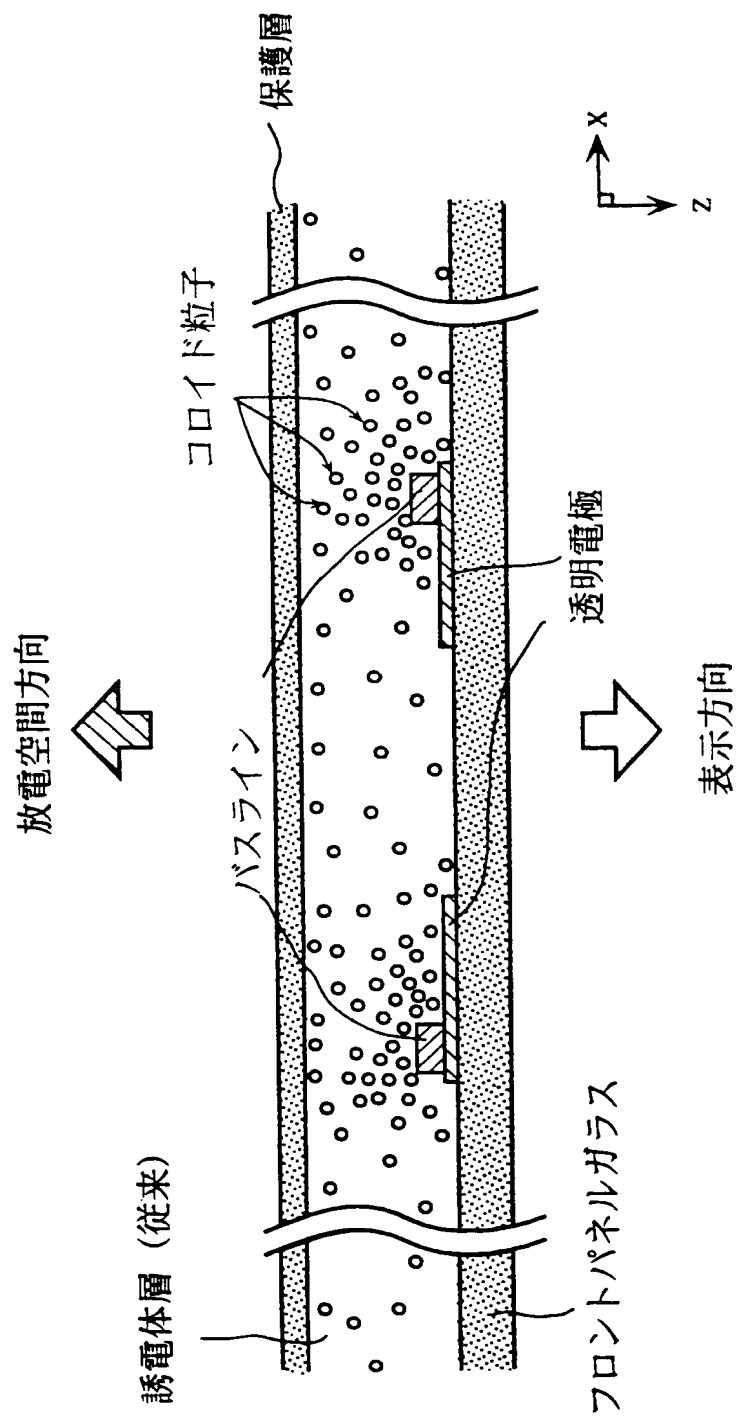




図3





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/02715

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> H01J11/02, 17/49

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01J11/02, 17/49

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 9-278482, A (Nippon Electric Glass Co., Ltd.), 29 October, 1999 (29.10.99), Full text; all drawings	1, 2, 5-9, 12-15
A	Full text, all drawings, (Family: none)	3, 4, 10, 11 16-19
A	JP, 10-283941, A (Toray Industries, Inc.), 23 October, 1998 (23.10.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-19
A	JP, 11-054051, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 26 February, 1999 (26.02.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-19

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
01 August, 2000 (01.08.00)

Date of mailing of the international search report  
15 August, 2000 (15.08.00)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01J11/02, 17/49

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01J11/02, 17/49

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926~1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971~2000年  
 日本国登録実用新案公報 1994~2000年  
 日本国実用新案登録公報 1996~2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P、9-278482、A (日本電気硝子株式会社)、 29. 10月. 1999 (29. 10. 99)、 全文、全図、	1, 2, 5~9, 12~15
A	全文、全図、 (ファミリーなし)	3, 4, 10, 11 16~19
A	J P、10-283941、A (東レ株式会社)、 23. 10月. 1998 (23. 10. 98)、 全文、全図、(ファミリーなし)	1~19

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01. 08. 00

国際調査報告の発送日

15.08.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大森伸一

2G

9229

電話番号 03-3581-1101 内線 3225

国際出願番号 PCT/JP00/02715

C (続き). 関連すると認められる文献

様式PCT/ISA/210 (第2ページの続き) (1998年7月)



出願人代理人

中島 司朗

殿

あて名

〒 531-0072

大阪府大阪市北区豊崎3丁目2番1号  
淀川5番館6階  
中島国際特許事務所

出願人又は代理人  
の書類記号

P22874-P0

国際出願番号

PCT/JP00/02715

出願人 (氏名又は名称)

松下電器産業株式会社

送付の PCT/JP 00 102715 の国際調査報告書の  
要約について、国際調査機関が新たに作成しましたので、差し替えを  
お願いします。

特許庁 国際特許出願室



P C T

## 国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)  
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 P 2 2 8 7 4 - P 0	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。		
国際出願番号 PCT/J P 0 0 / 0 2 7 1 5	国際出願日 (日.月.年) 2 6 . 0 4 . 0 0	優先日 (日.月.年) 2 8 . 0 4 . 9 9	
出願人 (氏名又は名称) 松下電器産業株式会社			

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 4 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。  
☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☐ 出願人が提出したものを承認する。

☒ 第三欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

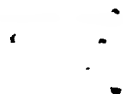
6. 要約書とともに公表される図は、

第 2 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。



## 第Ⅲ欄 要約（第1ページの5の続き）

本発明は、PDPとして、誘電体層が、少なくともZnOと、10 wt %以下のR<sub>2</sub>Oを含み、かつPbOおよびBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を含まない組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とする（但し、RはLi、Na、K、Rb、Cs、Cu、Agから選ばれたものとする）ので、表示電極のAgやCuといった成分が誘電体層中に混入してコロイド粒子となり、このコロイド粒子によってディスプレイの表示性能が低下するのが効果的に防止される。また、誘電体層の誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積の値が従来よりも低いため、消費電力を抑えたPDPとすることが可能となる。さらに、上記組成のガラス組成は軟化点が600℃以下と従来に比べて低く抑えられているので、誘電体層の焼成などにかかる製造コストを抑えることもできる。



11

(51) 国際特許分類 H01J 11/02, 17/49	A1	(11) 国際公開番号 WO00/67283  (43) 国際公開日 2000年11月9日(09.11.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP00/02715  (22) 国際出願日 2000年4月26日(26.04.00)  (30) 優先権データ 特願平11/122107      1999年4月28日(28.04.99)      JP 特願平11/304431      1999年10月26日(26.10.99)      JP  (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP] 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 青木正樹(AOKI, Masaki)[JP/JP] 〒562-0024 大阪府箕面市栗生新家5-12-1 Osaka, (JP) 山下勝義(YAMASHITA, Katuyoshi)[JP/JP] 〒576-0021 大阪府交野市妙見坂5-7-206 Osaka, (JP) 大谷光弘(OHTANI, Mitsuhiro)[JP/JP] 〒590-0024 大阪府堺市向陵中町3-8-31 Osaka, (JP) 日比野純一(HIBINO, Junichi)[JP/JP] 〒572-0802 大阪府寝屋川市打上919-1-A712 Osaka, (JP)		(74) 代理人 中島司朗(NAKAJIMA, Shiro) 〒531-0072 大阪府大阪市北区豊崎三丁目2番1号 淀川5番館6F Osaka, (JP)  (81) 指定国      KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)  添付公開書類 国際調査報告書 補正書
(54)Title:    PLASMA DISPLAY PANEL  (54)発明の名称    プラズマディスプレイパネル  <div data-bbox="371 1270 1281 1577" data-label="Image"> </div> (57) Abstract A PDP is characterized in that a dielectric layer is made of a glass containing at least ZnO and 10 wt% or less of R <sub>2</sub> O (where R is one of Li, Na, K, Rb, Cs, Cu, and Ag) and not containing PbO and Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , the product of the dielectric constant $\epsilon$ multiplied by the loss factor $\tan \delta$ is 0.12 or less. Therefore, the problem that the components such as Ag and Cu of a display electrode diffuse into the dielectric layer to form colloidal particles, which mar the display performance of the display is effectively overcome. The product of the dielectric constant $\epsilon$ multiplied by the loss factor $\tan \delta$ is smaller than conventional, and hence the PDP has a lowered power consumption. The glass having the composition has a softening point of 60° or less lower than conventional, and therefore the production cost such as for baking the dielectric layer is lowered.		

(57)要約

本発明は、PDPとして、誘電体層が、少なくともZnOと、10wt%以下のR<sub>2</sub>Oを含み、かつPbOおよびBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を含まない組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とする（但し、RはLi、Na、K、Rb、Cs、Cu、Agから選ばれたものとする）ので、表示電極のAgやCuといった成分が誘電体層中に混入してコロイド粒子となり、このコロイド粒子によってディスプレイの表示性能が低下するのが効果的に防止される。また、誘電体層の誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積の値が従来よりも低いため、消費電力を抑えたPDPとすることが可能となる。さらに、上記組成のガラス組成は軟化点が60℃以下であり、従来のガラスよりも低く抑えられているので、誘電体層の構成などにかかる製造コストを抑えることもできる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LJ	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JPE	日本	NO	ノールウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		



## 明細書

## プラズマディスプレイパネル

## 5 技術分野

本発明は、表示デバイスなどに用いるプラズマディスプレイパネルに関するものであって、特に誘電体層に関する。

## 技術背景

- 10 近年、高精細な表示（ハイビジョン等）や大画面化などディスプレイのさらなる高性能化が要求されるようになり、種々のディスプレイの研究開発がなされている。その代表的なディスプレイとしては、CRTディスプレイ、液晶ディスプレイ（LCD）、プラズマディスプレイパネル（PDP）などが挙げられる。

- このうちPDPはガス放電パネルの一種であり、2枚の薄いガラス板を隔壁（リ  
15 ブ）を介して対向させ、隔壁の間の一方のガラス板上に複数対の表示電極（一般的に良好な導電性を確保するためにAgまたはCr/Cu/Crからなる）と誘電体層と蛍光体層とをこの順に形成し、両ガラス板の間に放電ガスを封入して気密  
接着した構成を備え、放電ガス中で放電して蛍光発光させるものである。したが  
20 った、大画面化してもCRTのように奥行き寸法や重量が増加しにくく、またLCDのように視野角が限定される問題も回避できる点で優れている。

- このうち誘電体層は、一般に低融点ガラスで構成される。この場合、十分な耐  
電圧を有すること、透明度が高いこと、焼成温度ができるだけ低いこと（具体的  
には600℃以下で焼成できること）、といった各性質が望まれる。実際の誘電体層  
用のガラスとしては、前記各性質を備えるガラスとして、酸化鉛（PbO）また  
25 は酸化ビスマス（Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）を含むガラス（誘電率 $\epsilon = 10 \sim 15$ ）などが用いられ  
ることが多い（例えば特開平9-50769号公報を参照）。

ところでPDPでは、できるだけ消費電力を抑えた電気製品が望まれる今日において、さらにその駆動時の電力消費量を低くすることが期待されている。特に昨今のディスプレイの大画面化および高精細化の動向によって、PDPの電力消

費量は増加傾向にあるので、いっそうの積極的に省電力化を実現させることが望まれている。

省電力化を実現する方法の一つとして、誘電体層の誘電率 $\epsilon$ を低減する工夫が挙げられる。誘電体層の誘電率 $\epsilon$ は、誘電体層に蓄積される電荷量と比例するので、PbO系またはBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系などの組成よりも誘電率 $\epsilon$ の低い誘電体層を用いることによって、誘電体層に蓄積される電荷量をさらに抑えることができ、PDPの消費電力を低減することができる。PbO系ガラスまたはBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系ガラスなどの組成よりも誘電率 $\epsilon$ の低いガラス組成としては、具体的には特開平 8-77930 号公報に、誘電率 $\epsilon$ が 6.2~7.6 程度のNa<sub>2</sub>O-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>系ガラス、Na<sub>2</sub>O-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO系ガラスといったものが開示されている。このような各組成のガラスを誘電体層に用いれば、複数対の表示電極に印加する一定電圧に対する画素セルの放電電流量を、従来より少なく抑えることができ（約 1/2 以下に抑えることができ）、PDPの消費電力の低減が可能となる。また、この公報の方法ではPbO系ガラスを用いずに誘電体層を作ることができるので、Pbを原因として生じる環境汚染などの問題を回避する効果も得られる。

なお前記Na<sub>2</sub>O-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>系ガラス、Na<sub>2</sub>O-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO系ガラスは、実際には軟化点を下げて（具体的には焼成温度を 550℃~600℃の範囲に設定する）を容易にして製造工程を行う目的などのために、Na<sub>2</sub>Oを（全誘電体層の組成の）10wt%よりも多く添加して用いられる。

しかしながら、前記したNa<sub>2</sub>O-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>系、Na<sub>2</sub>O-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO系のような各ガラスで誘電体層を構成すると、表示電極のAgまたはCu成分が誘電体層中に混入し、コロイド粒子となって析出する性質が見られる（最新プラズマディスプレイ製造技術 平成9年度版 pp.234を参照）。このコロイド粒子は、特定波長の可視光を反射する性質を有する。そのため、誘電体層を黄色く着色（すなわち黄変）してしまい、放電空間で発生した発光に好ましくない着色をしたり、本来は得られるべき光量を減らしてしまうなど、表示性能に悪影響を与える原因となりうる。誘電体層のガラス組成にNa<sub>2</sub>Oを10wt%よりも多く添加すると、前記黄変を引き起こす原因ともなりうる。このようなことから、前記コロイド粒子の発生は避けるべきである。

さらに、誘電体層のガラス組成に  $\text{Na}_2\text{O}$  を 10wt% よりも多く添加すると、誘電体層の電力損失を示す  $\tan \delta$  値を上昇させてしてしまうなどの悪影響も生じる。具体的には、誘電体層 (20~50  $\mu\text{m}$  の厚み) で約 1kV まで耐電圧が落ちるといった問題が生じることがある。

5      このように現在では、プラズマディスプレイパネルにおいて、主に次の3つの課題が存在する。

\*1. 誘電体層の誘電率  $\epsilon$  を低く抑えて省電化を図り、発光効率を向上させること。

\*2. 誘電体層の軟化点も低く設定して製造工程を容易にすること。

\*3. 誘電体層の黄変を防止して透明度を確保し、良好な表示性能を得ること。

10      本発明は上記3つの課題に鑑みてなされたものであって、その目的は、比較的容易に誘電体層を作製でき、大画面化・高精細化しても消費電力の増加を抑制し、従来よりも優れた発光効率と表示性能のもとに駆動することが可能な PDP を提供することにある。

## 15      発明の開示

上記課題を解決するために、本願発明者らは鋭意検討した結果、対向して設けられた第一プレートと第二プレートの間に、放電ガスが封入され、第二プレートに対向する第一プレート表面には、Ag または Cu からなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして

20      誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルにおいて、前記誘電体層は、少なくとも  $\text{ZnO}$  と、10wt% 以下の  $\text{R}_2\text{O}$  を含み、かつ  $\text{PbO}$  および  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  を含まない組成のガラスからなり、その誘電率  $\epsilon$  とその損失係数  $\tan \delta$  の積が 0.12 以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル (但し、R は Li、Na、K、Rb、Cs、Cu、Ag から選ばれたもの) とし

25      た。

このような誘電体層のガラス組成とすることにより、本願発明者らは、誘電体層中の  $\text{R}_2\text{O}$  成分を少なくし、前記コロイド粒子の析出を抑制して良好な誘電体層の透明度を確保しつつ、従来より消費電力を低減できる効果が得られることを見いだした。さらに、上記誘電体層が 600℃ 以下の焼成温度で焼成可能であること

を見い出した。したがって本発明によれば、誘電体層の焼成などにかかる製造コストを低減しつつ、従来より少ない電力で優れた発光効率のもとに表示性能の良好なプラズマディスプレイパネルを駆動することが可能となる。また、上記ガラス組成ではPbを使わないので、Pbを原因として生じる環境汚染などの問題の発生を回避する効果も得られる。

なお、「 $\epsilon \cdot \tan \delta$ が0.12以下」の値とは、本発明の省電力性を良好に得るために必要な値であって、後述する実施例で明らかになった値である。

さらに前記誘電体層は、その誘電率 $\epsilon$ が7以下の値であると、前記 $\epsilon \cdot \tan \delta$ の値を効果的に下げることができるので望ましい。

ここで上記誘電体層の具体的なガラス組成としては、後述する各実施例によって、次の各ガラス組成が望ましいことが明らかにされている。

まず前記誘電体層は、 $P_2O_5$ が10~25wt%、 $ZnO$ が20~35wt%、 $B_2O_3$ が30~40wt%、 $SiO_2$ が5~12wt%で含まれ、さらに、 $R_2O$ および $DO$ がそれぞれ10wt%を上限として含まれている $ZnO-P_2O_5$ 系ガラスで構成してもよい。

但し、 $D$ は $Mg$ 、 $Ca$ 、 $Ba$ 、 $Sr$ 、 $Co$ 、 $Cr$ 、 $Ni$ のうちの中から選ばれたものとする。

さらに前記誘電体層は、 $P_2O_5$ が42~50wt%、 $ZnO$ が35~50wt%、 $Al_2O_3$ が7~14wt%、 $Na_2O$ が5wt%を上限として含まれている $ZnO-P_2O_5$ 系ガラスから構成してもよい。

さらに前記誘電体層は、 $ZnO$ が20~44wt%、 $B_2O_3$ が38~55wt%、 $SiO_2$ が5~12wt%で含まれ、さらに、 $R_2O$ および $MO$ がそれぞれ10wt%を上限として含まれている $ZnO$ 系ガラスから構成してもよい。

但し、 $M$ は $Mg$ 、 $Ca$ 、 $Ba$ 、 $Sr$ 、 $Co$ 、 $Cr$ のうちの中から選ばれたものとする。

さらに前記誘電体層は、 $ZnO$ が20~43wt%、 $B_2O_3$ が38~55wt%、 $SiO_2$ が5~12wt%、 $Al_2O_3$ が1~10%で含まれ、さらに、 $R_2O$ および $MO$ がそれぞれ10wt%を上限として含まれている $ZnO$ 系ガラスで構成してもよい。

さらに前記誘電体層は、 $ZnO$ が1~15wt%、 $B_2O_3$ が20~40wt%、 $Si$

$O_2$ が10～30wt%、 $Al_2O_3$ が5～25wt%、 $Li_2O$ が3～10wt%、 $MO$ が2～15wt%の組成を有する $ZnO$ 系ガラスから構成してもよい。

さらに前記誘電体層は、 $ZnO$ が35～60wt%、 $B_2O_3$ が25～45wt%、 $SiO_2$ が1～10.5wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%で含まれ、さらに $Na_2O$ が5wt%  
5 を上限として含まれている $ZnO$ 系ガラスから構成してもよい。

さらに前記誘電体層は、 $ZnO$ が35～60wt%、 $B_2O_3$ が25～45wt%、 $SiO_2$ が1～12wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%で含まれ、さらに $K_2O$ が5wt%を上限として含まれている $ZnO$ 系ガラスから構成してもよい。

さらに前記誘電体層は、 $Nb_2O_5$ が9～19wt%、 $ZnO$ が35～60wt%、 $B_2O_3$ が20～38wt%、 $SiO_2$ が1～10.5wt%、 $Li_2O$ が5wt%を上限として  
10 含まれている $ZnO-Nb_2O_5$ 系ガラスから構成してもよい。

また、本発明では、誘電体層の具体的なガラス組成としては、次の各ガラス組成とすると、前記 $R_2O$ 成分を用いなくてもよいことが、後述する各実施例によって明らかにされている。

15 すなわち誘電体層は、 $P_2O_5$ が20～30wt%、 $ZnO$ が30～40wt%、 $B_2O_3$ が30～45wt%、 $SiO_2$ が1～10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であるものとすることができる。

また誘電体層は、 $ZnO$ が30～45wt%、 $B_2O_3$ が40～60wt%、 $SiO_2$ が1～15wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積  
20 が0.12以下の値であるものとすることもできる。

また誘電体層は、 $ZnO$ が30～45wt%、 $B_2O_3$ が40～55wt%、 $SiO_2$ が1～10wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%、 $CaO$ が1～5wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であるものとする  
こともできる。

25 また誘電体層は、 $ZnO$ が40～60wt%、 $B_2O_3$ が35～45wt%、 $SiO_2$ が1～10wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であるものとすることもできる。

また誘電体層は、 $ZnO$ が30～60wt%、 $B_2O_3$ が30～50wt%、 $SiO_2$ が1～10wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ と

その損失係数  $\tan \delta$  の積が 0.12 以下の値であるものとすることもできる。

また誘電体層は、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  が 9~20wt%、 $\text{ZnO}$  が 35~60wt%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  が 25~40wt%、 $\text{SiO}_2$  が 1~10wt% の組成のガラスからなり、その誘電率  $\epsilon$  とその損失係数  $\tan \delta$  の積が 0.12 以下の値であるものとすることもできる。

- 5 さらに本発明は、対向して設けられた第一プレートと第二プレートの間、放電ガスが封入され、第二プレートに対向する第一プレート表面には、 $\text{Ag}$  または  $\text{Cu}$  からなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルとして、前記誘電体層は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$  のいずれ
- 10 かの薄膜、または  $\text{PbO}$  と  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  のいずれかを含む組成のガラスからなり、前記複数対の表示電極を覆うように形成された第一誘電体層と、誘電率  $\epsilon$  と損失係数  $\tan \delta$  の積が 0.12 以下の値である組成のガラスからなり、前記第一誘電体層の上に被覆された第二誘電体層とから構成することもできる。

- これにより、第一誘電体層において、複数対の表示電極に由来するコロイド粒子の析出を効果的に抑制し、誘電体層の透明度を維持して、プラズマディスプレイパネルの表示性能を高めることができる。また一方で、第二誘電体層において、誘電率  $\epsilon$  を低減させることによりプラズマディスプレイパネルの消費電力を効果的に低減することができる。
- 15

- さらに、第一誘電体層と第二誘電体層のトータル厚みを  $40\mu\text{m}$  以下とし、このうち第一誘電体層の厚みを前記トータルの厚みの半分以下にすることによって、誘電体層に使用するトータルの  $\text{Pb}$  量を従来より削減することが可能となり、 $\text{Pb}$  を原因として生じる環境汚染などの問題を回避する効果も得られる。ここで上記  $40\mu\text{m}$  の値は、一般的な誘電体層の厚みの最大値を示すものである。
- 20

## 25 図面の簡単な説明

図 1 は、実施の形態 1 に係る PDP の構成を示す部分的な断面斜視図である。

図 2 は、実施の形態 2 に係る PDP の誘電体層周辺の構成を示す部分断面図である。

図 3 は、従来における PDP の誘電体層周辺の構成を示す部分断面図である。

発明を実施するための好ましい形態

1. 実施の形態 1

1-1. PDPの全体的な構成

5 図1は、本発明の実施の形態1に係る交流面放電型プラズマディスプレイパネル（以下単に「PDP」という）の主要構成を示す部分的な断面斜視図である。図中、z方向がPDPの厚み方向、xy平面がPDPのパネル面に平行な平面に相当する。本PDPは一例として42インチクラスのVGA仕様に合わせたサイズ設定になっているが、本発明は、当然ながらこの他のサイズに適用してもよい。

10 図1に示すように、本PDPの構成は互いに主面を対向させて配設されたフロントパネル20およびバックパネル26に大別される。

フロントパネル20の基板となるフロントパネルガラス21には、その片面に厚さ $0.1\mu\text{m}$ 、幅 $370\mu\text{m}$ の帯状の透明電極220、230と、厚さ $5\mu\text{m}$ 、幅 $100\mu\text{m}$ のバスライン221、231で構成される表示電極22、23（X電極23、Y電極22）が、  
15 y方向を長手方向としてx方向に複数対並設され、各対の表示電極22、23との間隙（約 $80\mu\text{m}$ ）で面放電を行うようになっている。バスライン221、231は導電性の優れたAgあるいはCr/Cu/Crで形成される。

なお、上記複数対の表示電極22、23はAgやCuからなるバスラインのみで構成してもよい。この場合、複数対の表示電極の間隙は $80\mu\text{m}$ 程度とするのが望ましい。  
20

表示電極22、23を配設したフロントパネルガラス21には、当該ガラス21の主面全体にわたって厚さ約 $30\mu\text{m}$ の誘電体層24（詳しい組成を後述する）と、厚さ約 $1.0\mu\text{m}$ の酸化マグネシウム（MgO）からなる保護層25が順次コートされている。

25 バックパネル26の基板となるバックパネルガラス27には、その片面に厚さ $5\mu\text{m}$ 、幅 $100\mu\text{m}$ の複数のアドレス電極28がx方向を長手方向としてy方向に一定間隔毎（約 $150\mu\text{m}$ ）でストライプ状に並設され、このアドレス電極28を内包してバックパネルガラス27の全面にわたって厚さ $30\mu\text{m}$ の誘電体膜29がコートされている。誘電体膜29上には、隣接する複数のアドレス電極28の間隙に合わ

せて高さ約  $150\mu\text{m}$ 、幅約  $40\mu\text{m}$ の隔壁 30 が配設され、そして隣接する隔壁 30 の側面とその間の誘電体膜 29 の面上には、赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) の何れかに対応する蛍光体層 31~33 が形成されている。これらの RGB 各蛍光体層 31~33 は x 方向に順次繰り返し配されている。

5      このような構成を有するフロントパネル 20 とバックパネル 26 は、複数のアドレス電極 28 と複数対の表示電極 22、23 の互いの長手方向が直交するように対向させつつ、両パネル 20、26 のそれぞれの外周縁部にて接着し封止されている。前記両パネル 20、26 間には He、Xe、Ne などの希ガス成分からなる放電ガス (封入ガス) が所定の圧力 (従来は通常 500~760 Torr 程度) で封入されている。

10      隣接する 2 つの隔壁 30 間は放電空間 38 となり、隣り合う一対の表示電極 22、23 と一対のアドレス電極 28 が放電空間 38 を挟んで交叉する領域が、画像表示にかかるセル (不図示) に対応している。x 方向のセルピッチは約  $1080\mu\text{m}$ 、y 方向のセルピッチは約  $360\mu\text{m}$  である。

そして、この PDP を駆動する時には不図示のパネル駆動部によって、アドレス電極 28 と表示電極 22、23 のいずれか (本実施の形態 1 ではこれを X 電極 23 15 とする。なお一般に、当該 X 電極 23 はスキャン電極、Y 電極 22 はサステイン電極と称される) にパルスを印加し、放電させることにより各セルに書き込み放電 (アドレス放電) を行った後、一対の表示電極 22、23 間にパルスを印加し、放電させることによって短波長の紫外線 (波長約  $147\text{nm}$  を中心波長とする共鳴線) 20 を発生させ、蛍光体層 31~33 を発光させて画像表示をなす。

ここにおいて、本 PDP の主たる特徴は誘電体層 24 の組成にある。すなわち上記誘電体層 24 の組成は、PbO や  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  を含まない  $\text{ZnO}-\text{P}_2\text{O}_5$  系ガラス (以降、「本発明の  $\text{ZnO}-\text{P}_2\text{O}_5$  系ガラス」と称する) からなることを特徴とする。この本発明の  $\text{ZnO}-\text{P}_2\text{O}_5$  系ガラスの組成は、一例として、 $\text{P}_2\text{O}_5$  が 10wt%、25  $\text{ZnO}$  が 20wt%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  が 40wt%、 $\text{SiO}_2$  が 12wt%、BaO が 3wt%、 $\text{Na}_2\text{O}$  が 10wt% の各割合である。この本発明の  $\text{ZnO}-\text{P}_2\text{O}_5$  系ガラスは、従来より誘電体層に用いられていた PbO 系ガラスもしくは  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  系ガラスに比べ、誘電率  $\epsilon$  が比較的低く (具体的には PbO 系もしくは  $\text{ZnO}$  系ガラスの誘電率  $\epsilon$  が 10~12 程度であるのに対し、誘電率  $\epsilon$  が 7 程度以下に) 抑えられている。



また、誘電率と損失係数の積  $\epsilon \cdot \tan \delta$  については、従来が 0.14~0.7 であったのに対し、本実施の形態 1 の誘電体層 24 の  $\epsilon \cdot \tan \delta$  の値は約 0.103 以下の値と大幅に低減されている。

#### 1-2. 実施の形態 1 の誘電体層の構成による効果

- 5      ここで、図 3 は従来の誘電体層周辺の構成を具体的に示す PDP の部分断面図である。当図に示すように、従来の誘電体層では、バスラインを構成する Ag や Cu 成分のイオンが誘電体層中でコロイド粒子となって混入し、このコロイド粒子が可視光を反射して、誘電体層が黄色く着色する（すなわち黄変する）問題があった（最新プラズマディスプレイパネル 平成 9 年度版 p p. 234 を参照）。
- 10    このようなコロイド粒子による黄変の問題は、ガラス成分に含まれる  $R_2O$ （R は Li、Na、K、Rb、Cs、Cu、Ag のうちの中から選ばれたもの）の量が多いほど（例えば 10wt% より多いほど）顕著になる。これに対し、本発明の  $ZnO-P_2O_5$  系ガラスからなる誘電体層 24 では、前記コロイド粒子の発生を増長させる  $R_2O$  成分（ここでは  $Na_2O$ ）が 10wt% 以下に抑えられており、コロイド粒子が発生しにくいので、Ag や Cu をバスラインの材料に用いても、誘電体層 24 の透明度が従来より改善される。これにより、放電空間 38 で発生した蛍光発光が色彩を損なったり、光量にロスが生ずるなどの問題が回避され、本 PDP
- 15    では良好な表示性能が発揮されることとなる。

- 20    このような誘電体層 24 を有する本 PDP によれば、PDP 駆動時の放電維持期間の初期において、各一对の表示電極 22、23 にパルスが印加されると、当該一对の表示電極 22、23 の間隙で放電がなされる。

- 25    ここにおいて本実施の形態 1 では、誘電体層 24 の誘電率  $\epsilon$  が従来の値（ $\epsilon = 10 \sim 15$ ）よりも低くなっている（例えば  $\epsilon = 6.4$ ）ため、放電開始までに誘電体層 24 に蓄積される電荷量が低減されるので、少ない電流で放電が開始されることとなる。これにより本 PDP は、従来に比べて小さい電力で放電を開始することが可能であって、その後も良好な省電力性のもとで駆動することができる。

このように本実施の形態 1 の PDP は、優れた省電力性のもとに良好な表示性能を合わせて得られるようになっており、従来よりも発光効率の大幅な改善が期待できるものである。

1-3. 誘電体層の誘電率  $\epsilon$  と PDP の消費電力の関連についての詳細な説明

一般に、一对の表示電極 22、23 の面積を  $S$ 、一对の表示電極 22、23 間の静電容量（放電空間 38 を含む経路に存在する誘電体層の静電容量）を  $C$ 、誘電体層 24 の厚みを  $d$ 、誘電体層 24 の誘電率を  $\epsilon$  とするとき、これらの関係は次の数 1 式で表すことができる。

$$(数 1 式) \quad C = \epsilon S / d$$

また、一对の表示電極 22、23 間に印加される電圧を  $V$ 、パネルの駆動周波数を  $f$ 、このときの PDP の消費電力を  $W$  をすると、 $W$  はおよそ次の数 2 式で表すことができる。

$$(数 2 式) \quad W = f C V^2 = f (\epsilon S / d) V^2$$

15 上記数 1 式、数 2 式から明らかなように、 $f$  と  $V^2$  が一定であれば、静電容量  $C$  が小さいほど消費電力  $W$  が小さくなる。静電容量  $C$  は誘電率  $\epsilon$  と比例するため、誘電率  $\epsilon$  の値が小さくなると消費電力  $W$  も小さくなる（詳細は電気学会論文集 A、118 巻 15 号平成 10 年 p p. 537~542 を参照のこと）。

20 また、ここで電界強度  $E = V / d$  の関係式を用いると、PDP の電力損失  $w$  は次の数 3 式で表されることが知られている（エレクトロニクス材料、電気書院、昭和 50 年 3 月 10 日 p p. 23 を参照のこと）。

$$(数 3 式) \quad w \propto f (\epsilon \cdot \tan \delta) V^2$$

25 一般に電力損失  $w$  は消費電力  $W$  と比例するため、この数 3 式によって、誘電率  $\epsilon$  または  $\tan \delta$  の少なくともいずれかの値が小さくなると、消費電力  $W$  も小さくなることがわかる（詳細は電気学会論文集 A、118 巻 15 号平成 10 年 p p. 537~542 を参照のこと）。

本実施の形態 1 の PDP の効果はこの理論によって説明することができる。す

なわち誘電体層の組成を本発明の  $ZnO-P_2O_5$  系ガラス ( $PbO$  や  $Bi_2O_3$  の各成分を含まず、 $P_2O_5$ 、 $ZnO$ 、 $B_2O_3$ 、 $SiO_2$ 、 $BaO$ 、 $Na_2O$  等の各成分を含む組成) とすることによって、誘電率と損失係数の積  $\epsilon \cdot \tan \delta$  の値をともに従来よりも低下させ (具体的に 0.12 以下の数値)、電力損失  $w$  を低下させて PDP の消費電力  $W$  を低減させている。

なお、本実施の形態 1 の誘電体層 24 は、このほかに  $PbO$  や  $Bi_2O_3$  を含まない  $ZnO$  系ガラス (以降、「本発明の  $ZnO$  系ガラス」と称する) で構成してもよいことが後述の実施例で明らかにされている。この場合の本発明の  $ZnO$  系ガラスの組成は、一例として  $ZnO$  が 40wt%、 $B_2O_3$  が 45wt%、 $SiO_2$  が 5wt%、 $Al_2O_3$  が 5wt%、 $Cs_2O$  が 5wt% の各割合とすることができる。また、 $PbO$  や  $Bi_2O_3$  を含まない  $Nb_2O_5-ZnO$  系ガラス (以降、本発明の「 $Nb_2O_5-ZnO$  系ガラス」と称する) で構成することもできる。この場合の本発明の  $Nb_2O_5-ZnO$  系ガラスの組成は、一例として  $Nb_2O_5$  が 19wt%、 $ZnO$  が 44wt%、 $B_2O_3$  が 30wt%、 $SiO_2$  が 7wt% の各割合とすることができる。

本発明の誘電体層 24 のガラス組成のバリエーションについては以下の実施例のところで詳細に述べる。

## 2. 実施の形態 2

次に、実施の形態 2 の PDP について説明する。本実施の形態 2 の構成は、誘電体層以外は前記実施の形態 1 とほぼ同様である。

### 2-1. 誘電体層周辺の構成

図 2 は、実施の形態 2 の誘電体層 24 周辺の構成を具体的に示す PDP の部分断面図である。当図から明らかなように、本実施の形態 2 の誘電体層 24 は、第一誘電体層 241 に第二誘電体層 242 が積層された二層構造を有している。

第一誘電体層 241 は、厚さ  $5\mu m$  の  $PbO$  系ガラス (ここでは一例として  $PbO$  が 65wt%、 $B_2O_3$  が 10wt%、 $SiO_2$  が 24wt%、 $CaO$  が 1wt%、 $Al_2O_3$  が 2wt% で含まれる) からなり、表示電極 22、23 を被覆するようにしてフロントパネルガラス 21 の主面上に形成されている。

第二誘電体層 242 は、厚さ  $25\mu m$  の  $ZnO-P_2O_5$  系ガラス (ここでは一例として  $ZnO$  が 30wt%、 $P_2O_5$  が 20wt%、 $B_2O_3$  が 40wt%、 $SiO_2$  が 10wt%

t %で含まれる) から構成されている。第二誘電体層 242 の誘電率  $\epsilon$  は 6.3 程度である。

## 2-2. 実施の形態 2 の誘電体層による効果

第一誘電体層 241 に用いる PbO 系ガラスは、誘電率  $\epsilon$  が従来と同程度 (例えば 11.0) の数値となっているが、バスライン 221、231 に由来する Ag や Cu のコロイド粒子の発生が少ない性質を持っている。

本実施の形態 2 ではこのような性質を有する第一誘電体層 241 と第二誘電体層 242 を積層することにより、PbO 系ガラスからなる第一誘電体層 241 で表示電極 22、23 を被覆してコロイド粒子の発生を抑制しつつ、誘電率  $\epsilon$  が比較的低い第二誘電体層 242 によって PDP の消費電力の低減を図る作用を合わせ持たせている。この PDP の消費電力の低下の対策としては、さらに第一誘電体層 241 の厚みを  $5\mu\text{m}$  と薄く抑えることにより、誘電体層 24 におけるトータルの誘電率  $\epsilon$  を低く設定し、誘電体層 24 中に蓄積される電荷量を低減する工夫も行っている。また、このように第一誘電体層 241 を薄くすることによって、使用する Pb 量を少なく抑え、Pb に関する環境汚染などの問題への対応も図ることも可能となっている。

なお、一般的な誘電体層の厚みは最大で  $40\mu\text{m}$  であることから、本発明の誘電体層 24 の効果 (例えば上記 Pb 量の削減効果など) を良好に得るためには、 $40\mu\text{m}$  以下の厚みとすることが必要である。またこの場合、第一誘電体層 241 の厚みは誘電体層 24 のトータルの厚みの半分以上の厚みに設定することによって、いっそう Pb 量を効果的に減らすことができる。

この誘電体層 24 を有する本 PDP によれば、PDP 駆動時の放電維持期間の初期に各対の表示電極 22、23 にパルスが印加されると、第一誘電体ガラス 241 中の表示電極 22、23 の間隙で放電がなされる。そして第二誘電体層 242 を介して放電空間 38 に放電ガスのプラズマが拡大し、放電が維持放電に移行して、次第に発光輝度が向上するようになる。

ここにおいて本実施の形態 2 では、第二誘電体層 242 の誘電率  $\epsilon$  が従来よりも低いことから、前記実施の形態 1 と同様にして放電に必要な誘電体層の電荷蓄積量が低減され、本 PDP は良好な省電力性のもとで駆動される。

またさらに、PbO系ガラスからなる第一誘電体層 241 がバスライン 221、231 を被覆していることから、バスライン 221、231 のAgやCu成分からなるコロイド粒子の発生が実施の形態 1 のように低減され、誘電体層 24 の黄変が抑制されて透明度が増している。したがって、放電空間 38 で発生した蛍光発光が色彩を損なうことなく良好にPDPの発光表示に供される。

なお、第一誘電体層 241 は、前記PbO系ガラスのほかにBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系ガラスを用いてもよいし、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO等の薄膜酸化物層として形成してもよい。これらの薄膜酸化物層はスパッタリングにより形成することができる。

また第二誘電体層 242 としては、前記ZnO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>系ガラスのほかにZnO系ガラスを用いてもよい。これらの具体的なガラス組成については、実施例のところで詳細に述べる。

ここで、誘電体層を二層構造で構成する技術については、例えば特開平 9-50769 号公報に開示されているが、これは第一誘電体層をZnO系ガラス、第二誘電体層をPbO系ガラスでそれぞれ構成する（すなわち本実施の形態 2 の構成とは逆の積層構造の誘電体層）ものであって、本発明の構成と明らかに異なるものである。また、この構成では本発明に比べてバスラインに由来するコロイド粒子が第一誘電体層中で発生しやすく、黄変を生じる可能性がある。さらに当該技術におけるZnO系ガラスはBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を含む組成であり、この組成では誘電体層の誘電率εが本発明の誘電体層よりもかなり高くなると思われる。このようなことから特開平 9-50769 号公報の技術では、本発明における優れた省電性の効果と誘電体層の黄変の抑制効果を得るのは困難であると思われる。

### 3. PDPの作製方法

次に、上記各実施の形態のPDPについて、その作製方法の一例を説明する。

#### 3-1. フロントパネルの作製

約 360℃の熔融Sn（スズ）フロート上にガラス材料を浮かせて成形するフロート法によって、厚さ約 2.6mmのソーダライムガラスからなるフロントパネルガラス 21 を作製し、その面上に表示電極 22、23 を作製する。これにはまず、透明電極 220、230 を次のフォトエッチング法により形成する。

次に、フロントパネルガラス 21 の全面に、厚さ約 0.5μmでフォトレジスト（例

例えば紫外線硬化型樹脂)を塗布する。そして透明電極 220、230 のパターンのフォトマスクを上重ねて紫外線を照射し、現像液に浸して未硬化の樹脂を洗い出す。次に透明電極 220、230 の材料として ITO 等をフロントパネルガラス 21 のレジストのギャップに塗布する。この後に洗浄液などでレジストを除去し、透明電極 5 220、230 を完成する。

続いて、Ag もしくは Cr/Cu/Cr を主成分とする金属材料により、前記透明電極 220、230 上に厚さ約  $7\mu\text{m}$ 、幅  $50\mu\text{m}$  のバスライン 221、231 を形成する。Ag を用いる場合にはスクリーン印刷法が適用でき、Cr/Cu/Cr を用いる場合には蒸着法またはスパッタ法などが適用できる。

10 以上で表示電極 22、23 が形成される。

### 3-1-1 実施の形態 1 の誘電体層 (単一層構造の誘電体層) の作製

ここでは実施の形態 1 の誘電体層 ( $\text{P}_2\text{O}_5$ -ZnO 系ガラスを使用) の作製方法を説明する。

まず、 $\text{P}_2\text{O}_5$ -ZnO 系ガラス粉末 (例えば  $\text{P}_2\text{O}_5$  10~25wt%、ZnO 20~35wt%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  30~55wt%、 $\text{SiO}_2$  5~12wt%、および BaO と  $\text{Na}_2\text{O}$  を 10wt% を上限として含む組成) と、有機バインダー溶液 (分散剤のホモゲノールを 0.2wt% と可塑剤のフタル酸ジブチルを 2.5wt%、さらにエチルセルロースを 10wt% 含有する有機溶剤を 45wt% 混合したもの) を、55:45 の重量比で混合してガラスペーストを作る。このガラスペーストを、印刷法で表示電極 22、20 23 の上からフロントパネルガラス 21 の全面にわたってコートする。そして、 $600^\circ\text{C}$  以下で焼成 (具体的には  $520^\circ\text{C}$  で 10 分) して、厚さ  $30\mu\text{m}$  の誘電体層 24 を形成する。上記のように、本願発明者らは本発明の  $\text{P}_2\text{O}_5$ -ZnO 系ガラスの組成を決定することによって、 $600^\circ\text{C}$  以下というガラス材料にしては比較的低温で焼成を行うことが可能となり、製造工程を容易にできることを見出した。なお上記分散 25 剤としては、ホモゲノール、ソルビタンセスキオレート、ポリオキシエチレンモノオレートの中から選ぶことができる。

ここにおいて、従来この誘電体層の形成時には、誘電体層中に各バスラインの Ag や Cu が直径 300~400Å のコロイド粒子となって析出する問題があった (前述の図 3 を参照)。これは主として前記フロート法を行う際にスズイオン  $\text{Sn}^{2+}$

がフロントパネルガラスの表面に付着したままになり、後に各バスラインから誘電体層中に溶け出した  $\text{Ag}^+$  や  $\text{Cu}^{2+}$  を還元する（例えば  $2\text{Ag}^+ + \text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Ag} + \text{Sn}^{4+}$ ）作用をなすことが原因であると考えられている。そしてこのとき、誘電体層の組成に  $\text{R}_2\text{O}$  成分（ $\text{R}$  は  $\text{Li}$ 、 $\text{Na}$ 、 $\text{K}$ 、 $\text{Rb}$ 、 $\text{Cs}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Ag}$  のうちの中から選ばれたもの）が 10wt% 以上含まれていると、このような還元反応が増長されてしまう。このような還元反応は、特に  $\text{R}_2\text{O}$  成分が 10wt% より多いと顕著に作用することが本願発明者らによって明らかにされているが、これは比較的イオン半径の小さい  $\text{R}_2\text{O}$  に付随して、前記  $\text{Ag}^+$  や  $\text{Cu}^{2+}$  が誘電体層の組成中にいっそう拡散されることが原因であるものと推定される。

- 5  
10  
15  
20  
25
- そこで本発明では、誘電体層 24 の組成中の  $\text{R}_2\text{O}$  成分（この場合  $\text{Na}_2\text{O}$ ）の割合を 10wt% 以下とすることにより、上記還元反応を抑制し、コロイド粒子の発生を防いで透明度の良好な誘電体層 24 を形成するようにしている。

### 3-1-2. 実施の形態 2 の誘電体層（二層構造の誘電体層）の作製

- ここでは実施の形態 2 の誘電体層（第一誘電体層に  $\text{PbO}$  系ガラス、第二誘電体層に  $\text{P}_2\text{O}_5$ - $\text{ZnO}$  系ガラスをそれぞれ使用）の作製方法を説明する。

- まず、 $\text{PbO}$  系ガラス粉末（ここでは一例として  $\text{PbO}$  が 65wt%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  が 10wt%、 $\text{SiO}_2$  が 24wt%、 $\text{CaO}$  が 1wt%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  が 2wt% で含まれる）と、有機バインダー溶液（分散剤のホモゲノールを 0.2wt% と可塑剤のフタル酸ジブチルを 2.5wt%、さらにエチルセルロースを 10wt% 含有する有機溶剤を 45wt% 混合したもの）を、55:45 の重量比で混合してガラスペーストを作る。このガラスペーストを、印刷法で表示電極 22、23 の上からフロントパネルガラス 21 の全面にわたってコートする。そして焼成を行い（具体的には 560℃ で 10 分）して、厚さ 5  $\mu\text{m}$  の第一誘電体層 241 を形成する。

- なお、第一誘電体層 241 は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$  といった酸化物薄膜をスパッタリングすることにより形成してもよい。

ここで第一誘電体層 241 のガラス材料としては、当然ながら以後に形成する第二誘電体層 242 の融点よりも高いガラス材料を用いるように注意する。

次に、前記形成した第一誘電体層 241 の上から、 $\text{P}_2\text{O}_5$ - $\text{ZnO}$  系ガラス粉末（ここでは一例として  $\text{ZnO}$  が 30wt%、 $\text{P}_2\text{O}_5$  が 20wt%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  が 40wt%、 $\text{S}$

i O<sub>2</sub> が 10w t %で含まれる) と、有機バインダー溶液 (分散剤のホモゲノールを 0.2w t %と可塑剤のフタル酸ジブチルを 2.5w t %、さらにエチルセルロースを 10w t %含有する有機溶剤を 45w t %混合したもの) を、55 : 45 の重量比で混合してガラスペーストを作る。このガラスペーストを、印刷法で表示電極 22、  
5 23 の上からフロントパネルガラス 21 の全面にわたってコートする。そして焼成を行い (具体的には 530℃で 10 分) して、厚さ 25 μm の第二誘電体層 242 を形成する。

これで二層構造の誘電体層 24 が形成される。

10 以上のようにして誘電体層 24 が形成できたら、その表面上に酸化マグネシウム (MgO) よりなる保護層 25 を厚さ約 0.9 μm にわたって形成する。

以上でフロントパネル 20 が作製される。

### 3-2. バックパネルの作製

前記フロート法で作製した厚さ約 2.6mm のソーダライムガラスからなるバックパネルガラス 27 の表面上に、スクリーン印刷法により Ag を主成分とする導電  
15 体材料を一定間隔でストライプ状に塗布し、厚さ約 5 μm の複数のアドレス電極 28 を形成する。

続いて、前記複数のアドレス電極 28 を形成したバックパネルガラス 27 の面全体にわたって、前記誘電体層 24 と同様のガラスペーストを厚さ約 20 μm で塗布して焼成し、誘電体膜 29 を形成する。

20 次に、誘電体膜 29 と同じガラス材料により、誘電体膜 29 の上に隣り合う 2 つのアドレス電極 28 の間隙 (約 150 μm) 毎に高さ約 150 μm の隔壁 30 を 1 つずつ形成する。この複数の隔壁 30 は、例えば上記ガラス材料を含むガラスペーストを繰り返しスクリーン印刷し、その後焼成すると形成できる。

隔壁 30 の形成後、隔壁 30 の壁面と、隣接する 2 つの隔壁 30 間で露出している  
25 誘電体膜 29 の表面に、赤色 (R) 蛍光体、緑色 (G) 蛍光体、青色 (B) 蛍光体のいずれかを含む蛍光インクを塗布し、これを乾燥・焼成してそれぞれ蛍光体層 31~33 とする。

ここで一般的に PDP に使用されている蛍光体材料の一例を以下に列挙する。

赤色蛍光体 :  $(Y_x G d_{1-x}) B O_3 : E u^{3+}$



緑色蛍光体： $Zn_2SiO_4:Mn$

青色蛍光体： $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{3+}$ （或いは $BaMgAl_{14}O_{23}:Eu^{3+}$ ）

各蛍光体材料は、例えば平均粒径約  $3\mu m$  程度の粉末が使用できる。蛍光体インクの塗布法は幾つかの方法があるが、ここでは蛍光体インクを走査してノズルから吐出する方法を用いる。この方法は蛍光体インクを目的の領域に均一に塗布するのに好都合である。なお、本発明の蛍光体インクの塗布方法は、当然ながらこの方法に限定するものではなく、スクリーン印刷法など他の方法も使用可能である。

以上でバックパネル 26 が完成される。

- 10      なお、フロントパネルガラス 21 およびバックパネルガラス 27 をソーダライムガラスから作製する例を示したが、これは材料の一例として挙げたものであって、当然ながらこれ以外の材料を用いてもよい。

### 3-3. PDP の完成

- 15      作製したフロントパネル 20 とバックパネル 26 を、封着用ガラスを用いて貼り合わせる。その後、放電空間 38 の内部を高真空 ( $8 \times 10^{-7} \text{ Torr}$ ) 程度に排気し、これに所定の圧力 (500~760 Torr) で Ne-Xe 系や He-Ne-Xe 系、He-Ne-Xe-Ar 系などの放電ガスを封入する。

以上で PDP が完成される。

### 4. 実施例の作製と性能測定

- 20      4-1. 実施例と比較例の作製

- 25      続いて、本発明の PDP の性能評価を行うために前記作製方法に従って実施例の PDP を作製した。実施例の PDP は誘電体層の組成のみが異なる複数のバリエーション ( $ZnO$  系ガラス、 $P_2O_5$  系ガラスもしくは  $ZnO-P_2O_5$  系ガラス) を全部で 60 種類 (No. 1~60) 作製した。この実施例 No. 1~60 のうち、実施の形態 1 の PDP (単一層構造の誘電体層を有する PDP) に相当する実施例を No. 1~54、実施の形態 2 の PDP (二層構造の誘電体層を有する PDP) に相当する実施例を No. 55~60 とした。ここで、No. 4、20、29、43、47、51 は  $R_2O$  成分を含まない実施例として作製した。

なお、比較例として従来のガラス組成 ( $Bi_2O_3$  系ガラスまたは  $PbO$  系ガラ

ス（詳細な組成は表 11、12 を参照）からなる誘電体層を備える PDP も計 15 種類（No. 61～75）作製した。このうち、ZnO 系ガラス、 $P_2O_5$  系ガラスもしくは ZnO- $P_2O_5$  系ガラスにおいて、それぞれ  $R_2O$ （一例として  $Na_2O$ ）を 10 wt % よりも多く添加したものからなる誘電体層を備える比較例の PDP を計 35 種類（No. 65～67）作製した。

これら No. 1～75 の PDP の誘電体層におけるトータルの厚みはそれぞれ 30  $\mu m$  に統一した。また各誘電体層は、No. 58～60 の PDP の第一誘電体層をスパッタリング法で作製する場合を除き、すべて印刷法によって形成した。

このように作製した PDP の No. 1～75 について、誘電体層の着色状態、損失係数（ $\tan \delta$ ）、耐電圧（DC）、 $\epsilon \cdot \tan \delta$  積値、誘電率  $\epsilon$ 、PDP のパネル輝度（ $cd/m^2$ ）、PDP の消費電力（W）等を測定した。具体的な各測定方法は以下の通りである。なお誘電体層の着色状態は、PDP を白バランス表示状態に設定し、肉眼にて確認した。

#### 4-2. 誘電体層の損失係数（ $\tan \delta$ ）、誘電率 $\epsilon$ の測定

15 各 PDP の誘電体層の耐電圧と損失係数は LCR メータ（ヒューレット・パッカード社製 4284A）を用い、交流電圧（周波数 10 kHz）を印加してそれぞれ測定した。このときの具体的な測定方法は次の通りである。

すなわち、フロントパネルの隣接する 5 本の X 電極を連結して共通電極とする。次に、誘電体層の上に 4mm × 4mm のサイズを有する方形状の Ag 電極を作製し、20 これらの電極に印加して、その間の容量 C と損失係数  $\tan \delta$  を測定する。C と  $\tan \delta$  の値は、LCR メータに直接表示される。また誘電率  $\epsilon$  は、上記数 1 式を利用して（ $d = 30 \mu m$ 、 $S = 4mm \times 4mm$ ）算出する。

#### 4-3. 誘電体層の耐電圧の測定

25 誘電体層の耐電圧については、各実施例および比較例 No. 1～75 の PDP に形成したものと同様の各誘電体層をガラス基板上に作製し、これらについて測定を行った。具体的には、前記ガラス基板上に作製した各誘電体層を 4mm × 4mm のサイズを有する方形状の 2 つの Ag 電極で上下方向から挟み込み、当該 2 つの電極間に直流電圧を印加して測定した。

こうして得られた実施例 No. 1～60 および比較例 No. 61～75 の各データを表

1～25 に示す。

【表 1】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層の組成(重量%)						ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス中 のガラス粉体 成分重量(%)	溶剤を含むバインダー 成分の重量(%)	バインダー中の 分散剤の重量%	バインダー中の 可塑剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	誘電体 層の誘電率 ( $\epsilon$ )
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MO	R <sub>2</sub> O								
1	15	20	40	12	BaO 3	Na <sub>2</sub> O 10	550	55	エチルセルロース 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.5	550	30	6.4
2	10	25	35	10	MgO 10	K <sub>2</sub> O 10	545	65	アクリル 35	グリセロール モノオレエート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.5	550	30	6.2
3	25	35	30	5	CaO 3	Li <sub>2</sub> O 2	540	70	エチレンオキサイド 30	ソルビタンセス キオレート 0.1	フタル酸 ジオクチル 3.0	545	30	6.3
4	20	30	40	10	—	—	560	35	エチルセルロース 65	ホモゲノール 0.1	フタル酸 ジオクチル 3.0	565	30	6.3
5	20	30	30	10	SrO 5	Cs <sub>2</sub> O 5	550	40	エチルセルロース 60	ホモゲノール 0.1	グリセリン 2.0	553	30	6.5
6	20	30	30	10	CaO 5	K <sub>2</sub> O 5	555	50	アクリル 50	グリセロール モノオレエート 0.2	フタル酸 ジオクチル 1.5	560	30	6.7
7	20	30	30	10	CoO 5	Rb <sub>2</sub> O 5	545	65	アクリル 35	ホモゲノール 0.1	なし	554	30	6.5
8	20	30	30	10	NiO 5	Ag <sub>2</sub> O 5	553	65	アクリル 35	ホモゲノール 0.1	なし	559	30	6.5

【表 2】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層の組成(重量%)				ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス中の 成分重量(%)	溶剤を含むガラス 成分の重量(%)	ガラス中の 分散剤の重量%	バインダー中の 可塑剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘導体 層の膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	誘導体 層の誘電率 ( $\epsilon$ )
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ZnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O								
9	42	40	13	5	520	55	エチルセルロース 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.5	520	20	6.0
10	63	24	9	4	500	65	アクリル 35	グリセロール モノオレエート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.5	500	15	5.9
11	43	50	7	—	550	70	エチレンオキシサイド 30	ソルビタンセ キオレート 0.1	フタル酸 ジオクチル 3.0	560	20	5.8
12	50	41	7	2	530	35	エチルセルロース 65	ホモゲノール 0.1	フタル酸 ジブチル 3.0	535	15	6.2
13	50	35	14	1	520	40	エチルセルロース 60	ホモゲノール 0.2	グリセリン 2.0	525	20	6.5
14	50	39	10	1	515	50	アクリル 50	グリセロール モノオレエート 0.2	フタル酸 ジオクチル 1.5	519	20	6.1

【表 3】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層の組成(重量%)						ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス粉末 成分重量(%)	溶剤を含むバインダー 成分の重量(%)	バインダー中の 分散剤の重量%	バインダー中の 可塑性剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 ( $\mu$ m)	誘電体 層の誘電率 ( $\epsilon$ )
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MO	R <sub>2</sub> O									
15	20	55	5	MgO 10	Li <sub>2</sub> O 10		535	55	アクリル 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	540	30	6.5
16	30	40	12	CaO 10	K <sub>2</sub> O 8		540	65	アクリル 35	グリセロール モノオレエート 0.2	フタル酸 ジブチル 3.0	545	30	6.5
17	35	38	10	BaO 10	Na <sub>2</sub> O 7		543	70	エチルセルロース 30	ソルビタン セスキオレート 0.1	フタル酸 ジブチル 4.0	545	30	6.5
18	44	35	10	SrO 6	Cu <sub>2</sub> O 5		540	40	エチルセルロース 60	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 4.0	545	30	6.5
19	40	45	10	CaO 3	Ag <sub>2</sub> O 2		545	45	エチルセルロース 55	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 4.0	550	30	6.7
20	40	50	10	—	—		558	45	エチルセルロース 55	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 4.0	560	30	6.8
21	40	40	10	CaO 5	Cs <sub>2</sub> O 5		548	50	エチルセルロース 50	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 4.0	550	30	6.7
22	35	47	8	CaO 5	Rb <sub>2</sub> O 5		545	50	エチルセルロース 50	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 4.0	550	30	6.4

【表 4】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層の組成(重量%)						ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス成分 重量(%)	溶剤を含むハインダー 成分の重量(%)	ハインダー中の 分散剤の重量%	ハインダー中の 可塑剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	誘電体 層の誘電率 ( $\epsilon$ )
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MO	R <sub>2</sub> O								
23	27	38	10	5	CaO 10	Ag <sub>2</sub> O 10	558	55	アクリル 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	560	30	6.4
24	40	40	5	1	MgO 7	Cu <sub>2</sub> O 7	545	65	アクリル 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	550	30	6.4
25	20	55	12	2	SrO 6	Na <sub>2</sub> O 5	549	70	エチルセルロース 30	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	555	30	6.3
26	43	40	5	10	BaO 1	K <sub>2</sub> O 1	556	65	エチルセルロース 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	560	30	6.3
27	40	45	5	5	—	Cs <sub>2</sub> O 5	557	65	エチルセルロース 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	565	30	6.3
28	40	40	5	5	CaO 5	Rb <sub>2</sub> O 5	550	65	エチルセルロース 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	560	30	6.3
29	42	43	5	5	CaO 5	—	556	65	エチルセルロース 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	560	30	6.3
30	32	47	6	4	CrO 7	Ag <sub>2</sub> O 4	550	65	エチルセルロース 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	560	30	6.3

【表 5】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層の組成(重量%)						ガラスの 軟化点 (°C)	ガラスの 成分重量(%)	溶剤を含むハインダ- 成分の重量(%)	ハインダ-中の 分散剤の重量%	ハインダ-中の 可塑剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 ( $\mu$ m)	誘電体 層の誘電率 ( $\epsilon$ )
	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	ZnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Li <sub>2</sub> O	MO								
31	20	30	15	20	10	MgO 5	580	55	アクリル 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	595	30	6.7
32	40	10	15	25	3	CaO 7	565	60	エチルセルロース 40	グリセロール モノオレート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	575	30	6.4
33	35	25	10	20	8	BaO 2	574	60	エチルセルロース 40	ソルビタン セスキオレート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	580	30	6.6
34	35	30	10	5	10	SiO 10	560	60	エチルセルロース 40	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	570	30	6.5
35	40	25	1	19	5	CaO 10	575	70	エチルセルロース 30	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	585	30	6.5
36	30	20	15	20	5	CaO 10	565	70	エチルセルロース 30	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	575	30	6.5
37	30	15	10	25	8	BaO 12	563	70	エチルセルロース 30	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	575	30	6.7
38	30	15	10	20	10	15	562	70	エチルセルロース 30	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	575	30	6.5

【表 6】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層の組成(重量%)					ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス中 のガラス粉体 成分重量(%)	溶剤を含むバインダー 成分の重量(%)	バインダー中の 分散剤の重量%	バインダー中の 可塑剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	誘電体 層の誘電率 ( $\epsilon$ )
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O								
39	44	35	10.5	5.5	5	540	55	アクリル 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	545	20	6.5
40	35	45	10	6	4	549	65	アクリル 35	グリセロール モノオレエー 0.2	フタル酸 ジブチル 3.0	550	15	6.3
41	50	40	1	5	4	543	70	エチルセルロース 30	ソルビタンセ キオレート 0.1	フタル酸 ジブチル 4.0	549	15	6.4
42	60	30	5	1	4	542	40	エチルセルロース 60	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 4.0	548	15	6.5
43	50	30	10	10	—	549	45	エチルセルロース 55	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 4.0	555	15	6.7
44	50	25	10	10	5	545	45	エチルセルロース 55	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 4.0	549	20	6.8



【表 7】

実施例 比較例 NO.	誘電体層の組成(重量%)					ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス中 のガラス粉体 成分重量(%)	溶剤を含むバインダー 成分の重量(%)	バインダー中の 分散剤の重量%	バインダー中の 可塑剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	誘電体 層の誘電率 ( $\epsilon$ )
	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O								
45	60	30	5	1	4	548	55	アクリル 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	550	20	6.5
46	60	30	7	1	2	543	65	アクリル 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	549	20	6.5
47	35	45	10	10	—	549	70	エチルセルロース 30	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	552	20	6.4
48	50	29	10	10	1	545	65	エチルセルロース 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	555	20	6.4
49	50	25	12	10	3	550	65	エチルセルロース 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	554	20	6.4
50	50	25	10	10	5	548	65	エチルセルロース 35	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	550	20	6.4

【表 8】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層の組成(重量%)					ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス中 のガラス粉体 成分重量(%)	溶剤を含むバインダー 成分の重量(%)	バインダー中の 分散剤の重量%	バインダー中の 可塑性剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 (μm)	誘電体 層の誘電率 (ε)
	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Li <sub>2</sub> O								
51	19	44	30	7	—	550	55	アクリル 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	555	20	6.8
52	9	60	25	1	5	554	60	エチルセルロース 40	グリセロール モノオレエー 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	560	20	6.5
53	14.5	35	38	10.5	2	556	60	エチルセルロース 40	ソルビタンセ キオレート 0.1	フタル酸 ジブチル 2.0	565	20	6.6
54	15	50	20	10	5	555	60	エチルセルロース 40	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	565	20	6.7

【表 9】

実施例/ 比較例 NO.	第一誘電体層の組成 (重量%)					ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス中 のガラス粉体 成分重量(%)	溶剤を含むバインダー 成分の重量(%)	バインダー中の 分散剤の重量%	バインダー中の 可塑剤の重量%	焼成 温度 (°C)	第一誘電体 層の 膜厚(μm)	誘電体 層の誘電率 (ε)
	PbO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>								
55	50	25	15	10	—	560	55	エチルセルロース 45	ソルビタン セスキオレート 0.1	フタル酸 ジブチル 2.0	580	5	10.5
56	65	10	22	1	2	550	65	アクリル 40	グリセロール モノオレート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	560	5	11.0
57	45	30	20	5	—	570	70	エチルセルロース 30	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	590	5	10.8
58	スパッタ法によるSiO <sub>2</sub> 膜					—	—	—	—	—	—	5	4.0
59	スパッタ法によるAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 膜					—	—	—	—	—	—	2	9.0
60	スパッタ法によるZnO膜					—	—	—	—	—	—	2	7.0

【表 10】

実施例/ 比較例 NO.	第二誘電体層の組成 (重量%)						ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス粉末 成分重量(%)	溶剤を含むバインダー 成分の重量(%)	バインダー中 分散剤の重量%	バインダー中 可塑性剤の重量%	焼成 温度 (°C)	第二誘電体 層の 膜厚(μm)	誘電体 層の誘電率 (ε)
55	ZnO 20	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 55	SiO <sub>2</sub> 5	MgO 10	Li <sub>2</sub> O 10		535	55	アクリル 45	ホモゲノ 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	545	25	6.5
56	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 20	ZnO 30	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 40	SiO <sub>2</sub> 10	—		560	35	エチルセルロース 65	ホモゲノ 0.1	フタル酸 ジブチル 3.0	565	25	6.3
57	ZnO 40	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 45	SiO <sub>2</sub> 5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5	Cs <sub>2</sub> O 5		557	65	エチルセルロース 35	ホモゲノ 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	565	25	6.3
58	ZnO 42	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 43	SiO <sub>2</sub> 5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5	Cs <sub>2</sub> O 5		556	65	エチルセルロース 35	ホモゲノ 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	565	25	6.3
59	ZnO 30	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 45	SiO <sub>2</sub> 5	CaO 10	K <sub>2</sub> O 10		540	60	エチルセルロース 40	ポリオキシ ンモノオレ 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	550	28	6.4
60	ZnO 30	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 45	SiO <sub>2</sub> 5	CaO 10	K <sub>2</sub> O 10		540	60	エチルセルロース 40	ポリオキシ ンモノオレ 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	550	28	6.4

【表 11】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層の組成(重量%)					ガラスの 軟化点 (°C)	ガラスの 成分重量(%)	溶剤を含むバインダー 成分の重量(%) (上記はバインダー名)	バインダー中の 分散剤の重量%	バインダー中の 可塑性剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	誘電体 層の誘電率 ( $\epsilon$ )
	$\text{Bi}_2\text{O}_3$	$\text{ZnO}$	$\text{B}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{CaO}$								
61*	35	25	26	10	4	580	55	アクリル 45	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	590	30	12.0
62*	45	30	15	7	3	550	60	エチルセルロース 40	ホモゲノール 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	575	30	12.5
63*	37	28	20	5	10	570	35	エチルセルロース 65	ソルビタン セスキオレート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	575	30	11.8
64*	35	30	17	10	8	575	40	エチルセルロース 60	ソルビタン セスキオレート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	575	30	11.4
65*	$\text{Na}_2\text{O}$ 15	20	55	5	5	530	60	エチルセルロース 40	ソルビタン セスキオレート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	535	30	6.4
66*	$\text{Na}_2\text{O}$ 20	30	30	10	10	525	60	エチルセルロース 40	ソルビタン セスキオレート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	530	30	6.5
67*	$\text{Na}_2\text{O}$ 25	35	40	—	—	560	60	エチルセルロース 40	ソルビタン セスキオレート 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	570	30	6.7

\*No. 61~67は比較例

【表 12】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層の組成 (重量%)					ガラスの 軟化点 (°C)	ガラスの 成分重量(%)	溶剤を含むバインダー 成分の重量(%)	バインダー中の 分散剤の重 量	バインダー中の 可塑剤の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体層の 膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	誘電体 層の誘電率 ( $\epsilon$ )
	PbO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>								
68*	50	25	15	10	0	560	55	エチルセルロース 45	ソルビター セスキオレ 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	580	20	10.5
69*	65	10	22	1	2	550	65	アクリル 40	グリセロール モノオレ 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	560	20	11.0
70*	45	30	20	5	0	570	70	エチルセルロース 30	ホモゲノ 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	590	20	10.8
71*	55	10	30	5	0	575	35	エチルセルロース 65	グリセロール モノオレ 0.2	フタル酸 ジブチル 2.0	590	20	10.7

\*No. 68～71は比較例

【表 13】

実施例/ 比較例 No.	誘電体層の組成(重量%)					ガラスの 軟化点 (°C)	ガラス中 のガラス粉体 成分重量(%)	溶剤を含むガラス- 成分の重量(%)	ガラス-中の 分散剤の重量%	ガラス-中の 可塑性の重量%	焼成 温度 (°C)	誘電体 層の膜厚 (μm)	誘電体 層の誘電率 (ε)
	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO								
72*	35	25	25	10	5	580	55	アクリル 45	ホモゲノール 02	フタル酸 ジブチル 2.0	590	15	12.0
73*	45	30	15	7	3	550	60	エチルセルロース 40	ホモゲノール 02	フタル酸 ジブチル 2.0	575	15	12.5
74*	37	28	20	5	10	570	35	エチルセルロース 65	ソルビタン セスキオレート 02	フタル酸 ジオクチル 2.0	575	15	11.8
75*	35	30	17	10	8	575	40	エチルセルロース 60	ソルビタン セスキオレート 02	フタル酸 ジオクチル 2.0	575	15	11.4

\*No. 72~75は比較例

【表 14】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 tan $\delta$ (10 <sup>3</sup> Hz)	$\epsilon$ tan $\delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
1	着色なし	550	485	0.010	0.064	5.0
2	着色なし	552	480	0.009	0.050	5.2
3	着色なし	541	472	0.009	0.057	5.3
4	着色なし	540	490	0.009	0.057	5.3
5	着色なし	542	520	0.011	0.072	5.0
6	着色なし	547	450	0.015	0.101	4.6
7	着色なし	537	485	0.013	0.085	4.8
8	着色なし	540	490	0.014	0.091	4.7



【表 15】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 tan $\delta$ (10kHz)	$\epsilon \tan \delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
9	着色なし	565	491	0.015	0.090	4.5
10	着色なし	562	483	0.014	0.083	3.9
11	着色なし	551	475	0.009	0.052	4.6
12	着色なし	548	507	0.012	0.074	3.8
13	着色なし	557	532	0.010	0.065	4.6
14	着色なし	558	499	0.009	0.055	4.7

【表 16】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 tan $\delta$ (100kHz)	$\epsilon$ tan $\delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
15	着色なし	560	498	0.091	0.091	4.7
16	着色なし	554	458	0.098	0.098	4.6
17	着色なし	545	468	0.098	0.098	4.6
18	着色なし	538	495	0.085	0.085	4.7
19	着色なし	540	515	0.101	0.101	4.6
20	着色なし	552	529	0.116	0.116	4.5
21	着色なし	548	513	0.087	0.087	4.8
22	着色なし	545	508	0.064	0.064	5.0

【表 17】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 tan $\delta$ (10kHz)	$\epsilon \tan \delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
23	着色なし	520	505	0.012	0.077	4.9
24	着色なし	505	500	0.013	0.083	4.8
25	着色なし	510	498	0.009	0.057	5.2
26	着色なし	522	490	0.010	0.063	5.1
27	着色なし	538	485	0.010	0.063	5.1
28	着色なし	542	487	0.010	0.063	5.1
29	着色なし	526	488	0.010	0.063	5.1
30	着色なし	525	489	0.010	0.063	5.1

【表 18】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 $\tan \delta$ (10 <sup>3</sup> Hz)	$\epsilon \tan \delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
31	着色なし	550	538	0.013	0.101	4.5
32	着色なし	554	520	0.013	0.070	5.0
33	着色なし	545	531	0.013	0.085	4.8
34	着色なし	553	533	0.013	0.092	4.8
35	着色なし	532	535	0.013	0.092	4.7
36	着色なし	527	525	0.013	0.092	4.7
37	着色なし	534	520	0.013	0.101	4.6
38	着色なし	550	530	0.013	0.085	4.9

【表 19】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 tan $\delta$ (10kHz)	$\epsilon \tan \delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
39	着色なし	570	532	0.013	0.085	4.4
40	着色なし	560	515	0.012	0.076	3.5
41	着色なし	555	524	0.014	0.090	3.5
42	着色なし	550	532	0.012	0.078	3.6
43	着色なし	549	548	0.090	0.060	3.7
44	着色なし	560	556	0.013	0.088	4.5

【表 20】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 tan $\delta$ (10kHz)	$\varepsilon$ tan $\delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
45	着色なし	533	532	0.011	0.072	4.7
46	着色なし	516	532	0.009	0.059	4.8
47	着色なし	524	525	0.007	0.045	4.9
48	着色なし	532	523	0.008	0.051	4.8
49	着色なし	549	522	0.009	0.058	4.7
50	着色なし	556	523	0.012	0.077	4.6

【表 21】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 tan $\delta$ (10kHz)	$\epsilon$ tan $\delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
51	着色なし	562	556	0.007	0.048	4.9
52	着色なし	569	532	0.011	0.072	4.7
53	着色なし	564	540	0.009	0.059	4.8
54	着色なし	568	549	0.013	0.087	4.6

【表 22】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 $\tan \delta$ (10 <sup>4</sup> Hz)	$\varepsilon \tan \delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
55	着色なし	560	520	0.013	0.103	4.5
56	着色なし	558	535	0.013	0.090	4.8
57	着色なし	550	525	0.013	0.086	4.8
58	着色なし	546	485	0.013	0.078	4.8
59	着色なし	549	535	0.014	0.100	4.8
60	着色なし	549	530	0.013	0.095	4.8



【表 23】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 tan $\delta$ (10kHz)	$\epsilon \tan \delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
61*	黄変	530	830	0.024	0.288	3.0
62*	黄変	545	902	0.025	0.313	2.9
63*	黄変	550	850	0.023	0.271	3.1
64*	黄変	551	832	0.022	0.251	3.2
65*	黄変	530	690	0.102	0.653	3.0
66*	黄変	540	685	0.105	0.683	2.5
67*	黄変	542	680	0.112	0.750	2.1

No. 61~67は比較例

【表 24】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 tan $\delta$ (10 <sup>3</sup> Hz)	$\epsilon$ tan $\delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
68*	着色なし	564	890	0.013	0.158	3.0
69*	着色なし	560	900	0.013	0.143	3.1
70*	着色なし	550	884	0.013	0.140	3.1
71*	着色なし	545	875	0.014	0.150	3.2

No. 68～71は比較例

【表 25】

実施例/ 比較例 NO.	誘電体層 の着色状態	パネルの 輝度(cd/m <sup>2</sup> )	パネルの 消費電力(W)	損失係数 tan $\delta$ (10kHz)	$\epsilon \tan \delta$	誘電体層 の耐電圧(kV)
72*	わずかに黄色に着色	543	981	0.024	0.288	2.5
73*	わずかに黄色に着色	559	1,023	0.025	0.313	2.4
74*	わずかに黄色に着色	560	965	0.023	0.271	2.8
75*	わずかに黄色に着色	562	933	0.022	0.251	2.9

No. 72～75は比較例

## 5. 実施例の性能評価

5-1. 誘電率  $\epsilon$  について

まず表 1 のように、実施例の  $ZnO-P_2O_5$  系ガラス (No. 1~8) では、省電性を得るために良好な誘電率  $\epsilon$  の値 ( $\epsilon = 6.2 \sim 6.7$ ) が得られることが確認できた。この実施例 No. 1~8 の  $P_2O_5-ZnO$  系ガラスは、実施の形態 1 で述べた誘電体層のガラス組成に直接基づくバリエーション群である。このうち実施例 No. 3、5~8 によれば、本発明の効果が得られる  $ZnO-P_2O_5$  系ガラスの具体的な組成範囲は、 $P_2O_5$  が 10~25wt%、 $ZnO$  が 20~35wt%、 $B_2O_3$  が 30~55wt%、 $SiO_2$  が 5~12wt%、および  $DO$  と  $R_2O$  が 10wt% を上限として含まれる割合が望ましい。ここで、 $R$  は  $Li$ 、 $Na$ 、 $K$ 、 $Rb$ 、 $Cs$ 、 $Cu$ 、 $Ag$  のうちの中から選ばれたもの、 $D$  は  $Mg$ 、 $Ca$ 、 $Ba$ 、 $Sr$ 、 $Co$ 、 $Cr$ 、 $Ni$  のうちの中から選ばれたものとする。なお、 $R$  の  $Cu$  と  $D$  の  $Cr$  については、別の実験により上記  $DO$  または  $R_2O$  として使用可能であることが確認されている。

なお、 $R_2O$  成分を含まない No. 4 については、表 1 中の誘電体層のガラス組成を基準として、 $P_2O_5$  が 20~30wt%、 $ZnO$  が 30~40wt%、 $B_2O_3$  が 30~45wt%、 $SiO_2$  が 1~10wt% のガラス組成の範囲で若干変化させても同様の性能が得られるものと推測される。

次に、表 2 に示す実施例の  $ZnO-P_2O_5$  系ガラス (No. 9~14) の組成でも、誘電率  $\epsilon$  の値が 6.0 台以下 ( $\epsilon = 5.8 \sim 6.5$ ) にまで低減され、良好な結果が得られることが分かった。これらの実施例 No. 9~14 によれば、そのガラス組成範囲は、 $P_2O_5$  が 42~50wt%、 $ZnO$  が 35~50wt%、 $Al_2O_3$  が 7~14wt%、 $Na_2O$  が 5wt% を上限として含まれるものが望ましいと考えられる。

さらに、表 3 に示す実施例の  $ZnO$  系ガラス (No. 15~22) の組成でも、誘電率  $\epsilon$  の値が 6.0 台 ( $\epsilon = 6.4 \sim 6.8$ ) にまで抑えられ、良好な結果が得られることが分かった。これらの実施例 No. 15~22 によれば、そのガラス組成範囲は、 $ZnO$  が 20~44wt%、 $B_2O_3$  が 38~55wt%、 $SiO_2$  が 5~12wt% で含まれ、さらに、 $R_2O$  および  $MO$  がそれぞれ 10wt% を上限として含まれるものが望ましい。但し、 $R$  は  $Li$ 、 $Na$ 、 $K$ 、 $Rb$ 、 $Cs$ 、 $Cu$ 、 $Ag$  のうちの中から選ばれたもの、 $M$  は  $Mg$ 、 $Ca$ 、 $Ba$ 、 $Sr$ 、 $Co$ 、 $Cr$  のうちの中から選ばれたもの

のとする。ここで、MのCoとCrについては当表中に書かれていないが、別の実験により上記MOとして使用可能であることが確認されている。

5      なお、 $R_2O$ 成分を含まないNo.20については、表3中の誘電体層のガラス組成を基準として、ZnOが30~45wt%、 $B_2O_3$ が40~60wt%、 $SiO_2$ が1~15wt%のガラス組成の範囲で若干変化させても同様の性能が得られるものと推測される。

10      さらに、表4に示す実施例のZnO系ガラス(No.23~30)の組成でも、誘電率 $\epsilon$ の値が6.0台( $\epsilon=6.3\sim6.4$ )にまで抑えられ、良好な結果が得られることが分かった。これらの実施例No.23~30によれば、そのガラス組成範囲は、ZnOが20~43wt%、 $B_2O_3$ が38~55wt%、 $SiO_2$ が5~12wt%、 $Al_2O_3$ が1~10%で含まれ、さらに、 $R_2O$ およびMOがそれぞれ10wt%を上限として含まれるものが望ましい。但し、RはLi、Na、K、Rb、Cs、Cu、Agのうちの中から選ばれたもの、MはMg、Ca、Ba、Sr、Co、Crのうちの中から選ばれたものとする。ここで、MのCoについては当表中に書かれてい  
15      ないが、別の実験により上記MOとして使用可能であることが確認されている。

    なお、 $R_2O$ 成分を含まないNo.29については、表4中の誘電体層のガラス組成を基準として、ZnOが30~45wt%、 $B_2O_3$ が40~55wt%、 $SiO_2$ が1~10wt%、 $Al_2O_3$ が1~10wt%、CaOが1~5wt%のガラス組成の範囲で若干変化させても同様の性能が得られるものと推測される。

20      さらに、表5に示す実施例のZnO系ガラス(No.31~38)の組成でも、誘電率 $\epsilon$ の値が6.0台( $\epsilon=6.4\sim6.7$ )にまで抑えられ、良好な結果が得られることが分かった。これらの実施例No.31~38によれば、そのガラス組成範囲は、ZnOが1~15wt%、 $B_2O_3$ が20~40wt%、 $SiO_2$ が10~30wt%、 $Al_2O_3$ が5~25wt%、 $Li_2O$ が3~10wt%、MOが2~15wt%の組成のものが望  
25      ましい。但し、MはMg、Ca、Ba、Sr、Co、Crのうちの中から選ばれたものとする。ここで、MのCoとCrについては当表中に書かれていないが、別の実験により上記MOとして使用可能であることが確認されている。

    さらに、表6に示す実施例のZnO系ガラス(No.39~44)の組成でも、誘電率 $\epsilon$ の値が6.0台( $\epsilon=6.3\sim6.8$ )にまで抑えられ、良好な結果が得られること

が分かった。これらの実施例 No. 39~44 によれば、そのガラス組成範囲は、ZnO が 35~60wt%、 $B_2O_3$  が 25~45wt%、 $SiO_2$  が 1~10.5wt%、 $Al_2O_3$  が 1~10wt% で含まれ、さらに  $Na_2O$  が 5wt% を上限として含まれる組成のものが望ましい。

- 5     なお、 $R_2O$ （ここでは  $Na_2O$ ）成分を含まない No. 43 については、表 6 中の誘電体層のガラス組成を基準として、ZnO が 40~60wt%、 $B_2O_3$  が 35~45wt%、 $SiO_2$  が 1~10wt%、 $Al_2O_3$  が 1~10wt% のガラス組成の範囲で若干変化させても同様の性能が得られるものと推測される。

- 10     さらに、表 7 に示す実施例の ZnO 系ガラス（No. 45~50）の組成でも、誘電率  $\epsilon$  の値が 6.0 台（ $\epsilon = 6.4 \sim 6.5$ ）にまで抑えられ、良好な結果が得られることが分かった。これらの実施例 No. 45~50 によれば、そのガラス組成範囲は、ZnO が 35~60wt%、 $B_2O_3$  が 25~45wt%、 $SiO_2$  が 1~12wt%、 $Al_2O_3$  が 1~10wt% で含まれ、さらに  $K_2O$  が 5wt% を上限として含まれる組成のものが望ましい。

- 15     なお、 $R_2O$ （ここでは  $K_2O$ ）成分を含まない No. 47 については、表 7 中の誘電体層のガラス組成を基準として、ZnO が 30~60wt%、 $B_2O_3$  が 30~50wt%、 $SiO_2$  が 1~10wt%、 $Al_2O_3$  が 1~10wt% のガラス組成の範囲で若干変化させても同様の性能が得られるものと推測される。

- 20     次に、表 8 に示す実施例の ZnO- $Nb_2O_5$  系ガラス（No. 51~54）の組成でも、誘電率  $\epsilon$  の値が 6.0 台（ $\epsilon = 6.5 \sim 6.8$ ）にまで抑えられ、良好な結果が得られることが分かった。これらの実施例 No. 51~54 によれば、そのガラス組成範囲は、 $Nb_2O_5$  が 9~19wt%、ZnO が 35~60wt%、 $B_2O_3$  が 20~38wt%、 $SiO_2$  が 1~10.5wt%、 $Li_2O$  が 5wt% を上限として含まれる組成のものが望ましい。

- 25     なお、 $R_2O$ （ここでは  $Li_2O$ ）成分を含まない No. 51 については、表 8 中の誘電体層のガラス組成を基準として、 $Nb_2O_5$  が 9~20wt%、ZnO が 35~60wt%、 $B_2O_3$  が 25~40wt%、 $SiO_2$  が 1~10wt% のガラス組成の範囲で若干変化させても同様の性能が得られるものと推測される。

以上のように、実施例 No. 1~54 のどれもが誘電率  $\epsilon$  の値が 6.0 台かそれ以下

の数値であって、表 11 および表 12 に示す比較例 No. 61~64、68~75 の誘電率  $\epsilon$  (11~12 台) に比べて半分程度 (6.0 台) までに低減されている。なお、比較例 No. 65~67 については誘電率  $\epsilon$  が 6.4~6.7 と実施例並に低く抑えられているが、これら比較例 No. 65~67 の性能は後述するように損失係数  $\tan \delta$  や黄変などの特性で実施例の性能に及んでいない。

さらに、実施の形態 2 の誘電体層 (二層構造の誘電体層) の構成に相当する実施例 No. 55~60 では、第一誘電体層に PbO 系ガラス (No. 55~57) またはスパッタリングにより形成した SiO<sub>2</sub> 系ガラス (No. 58)、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 系ガラス (No. 59)、ZnO 系ガラス (No. 60) を用い、第二誘電体層に ZnO 系ガラス (No. 55、57~60) または P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ZnO 系ガラス (No. 56) を用いた構成としている。これらの構成によっても、前記した実施例 No. 1~54 と同様に、全体的な誘電率  $\epsilon$  が 7 以下に低く抑えられている。

#### 5-2. パネル輝度およびパネル消費電力について

表 14~25 に示す結果から、実施例 No. 1~60 では、総じてパネル輝度に関して比較例 No. 61~75 とほぼ同等の性能を保ちながらも、その消費電力が当該比較例よりも大幅に (比較例の 830~1000W 台に比べて 450~550W 台にまで) 低減されることがわかった。

一方、電力損失  $w$  と比例する  $\epsilon \cdot \tan \delta$  (数 3 式を参照のこと) の値に関しては、比較例の 0.140~0.750 台の値の範囲に対して、R<sub>2</sub>O を誘電体層の組成に含めない実施例 No. 4、20、29、43、47、51 も合わせた実施例 No. 1~60 の全体で、最高値でも 0.12 以下にまで低減されている。このことから、実施例の PDP が省電力性に優れ、良好な発光効率を得られることが分かる。また、本発明の誘電体層のガラス組成を決定する際には、上記実施例 No. 1~60 の全体的な測定結果から、 $\epsilon \cdot \tan \delta$  が 0.12 以下の値となるものを選ぶことが一つの基準にできると思われる。

また、このようなガラス組成によって、実施例 No. 1~60 は耐電圧も最大で比較例のほぼ 1.5 倍程度までに改善され、耐久性の面でも優れていることが分かった。

#### 5-3. 誘電体層の透明度 (着色状態) について

実施例 No. 1~60 で挙げたすべてのガラス組成においては、表 14~22 に示すように、肉眼での観察によっても比較例 No. 61~67 や No. 72~75 のように黄変が観察されることなく良好な透明度が維持されることが確認できた。このおかげで前記パネル輝度における優れた性能が発揮されたとも思われる。なお、比較例 No. 68~71 については黄変は見られなかったものの、前述の通り誘電率  $\epsilon$  が 10.5 ~11.0 と実施例に対してかなり高い数値を示している。

誘電体層の黄変は既に述べたように、主としてバスラインの Ag もしくは Cu 成分のコロイド粒子が可視光を反射するために起こるとされているが、実施例の誘電体層ではこのコロイド粒子の発生が抑えられ、透明度が維持されている。これは当該ガラス層の組成中の  $R_2O$  成分を 10wt% 以下の範囲にとどめることにより、前述した Ag もしくは Cu イオンの還元反応を抑える働きを付与した結果、得られたものである。これを言い換えれば、本実施例の誘電体層中の組成は ZnO を含み（またはさらに  $P_2O_5$  を含み）、 $R_2O$  を 10wt% の上限で含んで誘電率  $\epsilon$  が 7 以下の値をとるものを選択するのが望ましいと思われる。しかし、表 15 記した実施例のうちにはこの  $R_2O$  を全く含まないもの（例えば No. 4、20 等）でも良好な誘電率値を呈するものがあるため、必ずしも  $R_2O$  が誘電体層中に含まれることが絶対条件であるというわけではない。

なお、比較例 No. 65~67 のデータに示されるように、ZnO 系ガラスもしくは ZnO- $P_2O_5$  系ガラスで  $R_2O$ （例えば  $Na_2O$ ）を 10wt% よりも多く添加すると黄変が観察された（ここで、比較例 No. 67 は特開平 8-77930 号公報に開示されているものに基づく PDP である）。これらの黄変は、他の比較例よりも強い程度に観察された。

#### 6. その他の事項

上記実施の形態および実施例では VGA 方式の PDP を作製する例について示したが、当然ながら本発明はこれに限定するものではなく、別の規格の PDP に適用してもよい。

また PDP の放電ガスは Ne-Xe 系に限らず、これ以外の放電ガスであっても同様の効果を奏する。



#### 産業上の利用可能性

以上の本発明のプラズマディスプレイパネルは、省電性に優れるように構成されているため、従来は比較的消費電力が大きいとされていた大画面のハイビジョンテレビなどに利用することが可能である。

## 請求の範囲

1.

- 対向して設けられた第一プレートと第二プレートの上に、放電ガスが封入され、
- 5 第二プレートに対向する第一プレート表面には、AgまたはCuからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

- 前記誘電体層は、少なくともZnOと、10wt%以下の $R_2O$ を含み、かつPb
- 10 Oおよび $Bi_2O_3$ を含まない組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

但し、RはLi、Na、K、Rb、Cs、Cu、Agから選ばれたものとする。

2.

- 15 前記誘電体層は、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

3.

- 前記誘電体層は、 $P_2O_5$ が10~25wt%、ZnOが20~35wt%、 $B_2O_3$ が30~40wt%、 $SiO_2$ が5~12wt%で含まれ、さらに、 $R_2O$ およびDOがそれぞれ
- 20 10wt%を上限として含まれているZnO- $P_2O_5$ 系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

但し、DはMg、Ca、Ba、Sr、Co、Cr、Niのうちから選ばれたものとする。

- 25 4.

前記誘電体層は、 $P_2O_5$ が42~50wt%、ZnOが35~50wt%、 $Al_2O_3$ が7~14wt%、 $Na_2O$ が5wt%を上限として含まれているZnO- $P_2O_5$ 系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

5.

前記誘電体層は、 $ZnO$ が20～44wt%、 $B_2O_3$ が38～55wt%、 $SiO_2$ が5～12wt%で含まれ、さらに、 $R_2O$ および $MO$ がそれぞれ10wt%を上限として含まれている $ZnO$ 系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

但し、 $R$ は $Li$ 、 $Na$ 、 $K$ 、 $Rb$ 、 $Cs$ 、 $Cu$ 、 $Ag$ から選ばれたもの、 $M$ は $Mg$ 、 $Ca$ 、 $Ba$ 、 $Sr$ 、 $Co$ 、 $Cr$ のうちから選ばれたものとする。

6.

前記誘電体層は、 $ZnO$ が20～43wt%、 $B_2O_3$ が38～55wt%、 $SiO_2$ が5～12wt%、 $Al_2O_3$ が1～10%で含まれ、さらに、 $R_2O$ および $MO$ がそれぞれ10wt%を上限として含まれている $ZnO$ 系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

但し、 $R$ は $Li$ 、 $Na$ 、 $K$ 、 $Rb$ 、 $Cs$ 、 $Cu$ 、 $Ag$ から選ばれたもの、 $M$ は $Mg$ 、 $Ca$ 、 $Ba$ 、 $Sr$ 、 $Co$ 、 $Cr$ から選ばれたものとする。

7.

前記誘電体層は、 $ZnO$ が1～15wt%、 $B_2O_3$ が20～40wt%、 $SiO_2$ が10～30wt%、 $Al_2O_3$ が5～25wt%、 $Li_2O$ が3～10wt%、 $MO$ が2～15wt%の組成を有する $ZnO$ 系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

但し、 $M$ は $Mg$ 、 $Ca$ 、 $Ba$ 、 $Sr$ 、 $Co$ 、 $Cr$ から選ばれたものとする。

8.

前記誘電体層は、 $ZnO$ が35～60wt%、 $B_2O_3$ が25～45wt%、 $SiO_2$ が1～10.5wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%で含まれ、さらに $Na_2O$ が5wt%を上限として含まれている $ZnO$ 系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

9.

前記誘電体層は、 $ZnO$ が35～60wt%、 $B_2O_3$ が25～45wt%、 $SiO_2$ が1～12wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%で含まれ、さらに $K_2O$ が5wt%を上限と

して含まれているZnO系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

10.

前記誘電体層は、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>が9~19wt%、ZnOが35~60wt%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が  
5 20~38wt%、SiO<sub>2</sub>が1~10.5wt%、Li<sub>2</sub>Oが5wt%を上限として含まれているZnO-Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

11.

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの上に、放電ガスが封入され、  
10 第二プレートに対向する第一プレート表面には、AgまたはCuからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>が20~30wt%、ZnOが30~40wt%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が30  
15 ~45wt%、SiO<sub>2</sub>が1~10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

12.

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの上に、放電ガスが封入され、  
20 第二プレートに対向する第一プレート表面には、AgまたはCuからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、ZnOが30~45wt%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が40~60wt%、SiO<sub>2</sub>が1  
25 ~15wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

13.

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの上に、放電ガスが封入され、  
第二プレートに対向する第一プレート表面には、AgまたはCuからなる複数対

の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、ZnOが30~45wt%、 $B_2O_3$ が40~55wt%、 $SiO_2$ が1  
5 ~10wt%、 $Al_2O_3$ が1~10wt%、CaOが1~5wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

14.

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの間に、放電ガスが封入され、  
10 第二プレートに対向する第一プレート表面には、AgまたはCuからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、ZnOが40~60wt%、 $B_2O_3$ が35~45wt%、 $SiO_2$ が1  
15 ~10wt%、 $Al_2O_3$ が1~10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

15.

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの間に、放電ガスが封入され、  
20 第二プレートに対向する第一プレート表面には、AgまたはCuからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、ZnOが30~60wt%、 $B_2O_3$ が30~50wt%、 $SiO_2$ が1  
25 ~10wt%、 $Al_2O_3$ が1~10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

16.

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの間に、放電ガスが封入され、

第二プレートに対向する第一プレート表面には、AgまたはCuからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

- 5 前記誘電体層は、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ が9~20wt%、 $\text{ZnO}$ が35~60wt%、 $\text{B}_2\text{O}_3$ が25~40wt%、 $\text{SiO}_2$ が1~10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan\delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

17.

- 10 対向して設けられた第一プレートと第二プレートの間に、放電ガスが封入され、第二プレートに対向する第一プレート表面には、AgまたはCuからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

- 15 前記誘電体層は、

$\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ のいずれかの薄膜、または $\text{PbO}$ と $\text{Bi}_2\text{O}_3$ のいずれかを含む組成のガラスからなり、前記複数対の表示電極を覆うように形成された第一誘電体層と、

- 20 誘電率 $\epsilon$ と損失係数 $\tan\delta$ の積が0.12以下の値である組成のガラスからなり、前記第一誘電体層の上に被覆された第二誘電体層とから構成されることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

18.

- 25 前記第二誘電体層は、少なくとも $\text{ZnO}$ と、10wt%以下の $\text{R}_2\text{O}$ を含み、かつ $\text{PbO}$ および $\text{Bi}_2\text{O}_3$ を含まない組成のガラスからなることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

但し、RはLi、Na、K、Rb、Cs、Cu、Agから選ばれたものとする。 $\text{R}_2\text{O}$ が10wt%を上限として含まれていることを特徴とする請求の範囲17に記載するプラズマディスプレイパネル。

19.

前記誘電体層のトータルの厚みは  $40\mu\text{m}$  以下であって、前記第一誘電体層の厚みは前記トータルの厚みの半分以下であることを特徴とする請求の範囲 17 に記載するプラズマディスプレイパネル。

## 補正書の請求の範囲

[2000年10月9日(09.10.00)国際事務局受理:出願当初の請求の範囲1、11-17は補正された;他の請求の範囲は変更なし。(4頁)]

- 5 対向して設けられた第一プレートと第二プレートの間に、放電ガスが封入され、第二プレートに対向する第一プレート表面には、Agからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、
- 前記誘電体層は、少なくともZnOと、10wt%以下の $R_2O$ を含み、かつPbOおよび $Bi_2O_3$ を含まない組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

但し、RはLi、Na、K、Rb、Cs、Cu、Agから選ばれたものとする。

2.

- 15 前記誘電体層は、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

3.

- 前記誘電体層は、 $P_2O_5$ が10~25wt%、ZnOが20~35wt%、 $B_2O_3$ が30~40wt%、 $SiO_2$ が5~12wt%で含まれ、さらに、 $R_2O$ およびDOがそれぞれ10wt%を上限として含まれているZnO- $P_2O_5$ 系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

但し、DはMg、Ca、Ba、Sr、Co、Cr、Niのうちから選ばれたものとする。

25 4.

前記誘電体層は、 $P_2O_5$ が42~50wt%、ZnOが35~50wt%、 $Al_2O_3$ が7~14wt%、 $Na_2O$ が5wt%を上限として含まれているZnO- $P_2O_5$ 系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。



して含まれているZnO系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

10.

前記誘電体層は、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>が9~19wt%、ZnOが35~60wt%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が20~38wt%、SiO<sub>2</sub>が1~10.5wt%、Li<sub>2</sub>Oが5wt%を上限として含まれているZnO-Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>系ガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ が7以下であることを特徴とする請求の範囲1に記載するプラズマディスプレイパネル。

11. (補正後)

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの中に、放電ガスが封入され、第二プレートに対向する第一プレート表面には、Agからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>が20~30wt%、ZnOが30~40wt%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が30~45wt%、SiO<sub>2</sub>が1~10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

12. (補正後)

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの中に、放電ガスが封入され、第二プレートに対向する第一プレート表面には、Agからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、ZnOが30~45wt%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が40~60wt%、SiO<sub>2</sub>が1~15wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

25 13. (補正後)

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの中に、放電ガスが封入され、第二プレートに対向する第一プレート表面には、Agからなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、 $ZnO$ が30～45wt%、 $B_2O_3$ が40～55wt%、 $SiO_2$ が1～10wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%、 $CaO$ が1～5wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

5 14. (補正後)

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの上に、放電ガスが封入され、第二プレートに対向する第一プレート表面には、 $Ag$ からなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

10 前記誘電体層は、 $ZnO$ が40～60wt%、 $B_2O_3$ が35～45wt%、 $SiO_2$ が1～10wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

15. (補正後)

15 対向して設けられた第一プレートと第二プレートの上に、放電ガスが封入され、第二プレートに対向する第一プレート表面には、 $Ag$ からなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

20 前記誘電体層は、 $ZnO$ が30～60wt%、 $B_2O_3$ が30～50wt%、 $SiO_2$ が1～10wt%、 $Al_2O_3$ が1～10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ とその損失係数 $\tan \delta$ の積が0.12以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

16. (補正後)

25 対向して設けられた第一プレートと第二プレートの上に、放電ガスが封入され、第二プレートに対向する第一プレート表面には、 $Ag$ からなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、 $Nb_2O_5$ が9～20wt%、 $ZnO$ が35～60wt%、 $B_2O_3$ が25～40wt%、 $SiO_2$ が1～10wt%の組成のガラスからなり、その誘電率 $\epsilon$ と

その損失係数  $\tan \delta$  の積が 0.12 以下の値であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

17. (補正後)

対向して設けられた第一プレートと第二プレートの上に、放電ガスが封入され、  
5 第二プレートに対向する第一プレート表面には、Ag からなる複数対の表示電極が形成され、当該第一プレートの表面に、前記複数対の表示電極を覆うようにして誘電体層が被覆された構成を有するプラズマディスプレイパネルであって、

前記誘電体層は、

10  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$  のいずれかの薄膜、または  $\text{PbO}$  と  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  のいずれかを含む組成のガラスからなり、前記複数対の表示電極を覆うように形成された第一誘電体層と、

誘電率  $\epsilon$  と損失係数  $\tan \delta$  の積が 0.12 以下の値である組成のガラスからなり、前記第一誘電体層の上に被覆された第二誘電体層と

から構成されることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

15 18.

前記第二誘電体層は、少なくとも  $\text{ZnO}$  と、10wt% 以下の  $\text{R}_2\text{O}$  を含み、かつ  $\text{PbO}$  および  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  を含まない組成のガラスからなることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

但し、R は Li、Na、K、Rb、Cs、Cu、Ag から選ばれたものとする。

20  $\text{R}_2\text{O}$  が 10wt% を上限として含まれていることを特徴とする請求の範囲 17 に記載するプラズマディスプレイパネル。

19.

前記誘電体層のトータルの厚みは  $40\mu\text{m}$  以下であって、前記第一誘電体層の厚みは前記トータルの厚みの半分以下であることを特徴とする請求の範囲 17 に記

25 載するプラズマディスプレイパネル。



図1

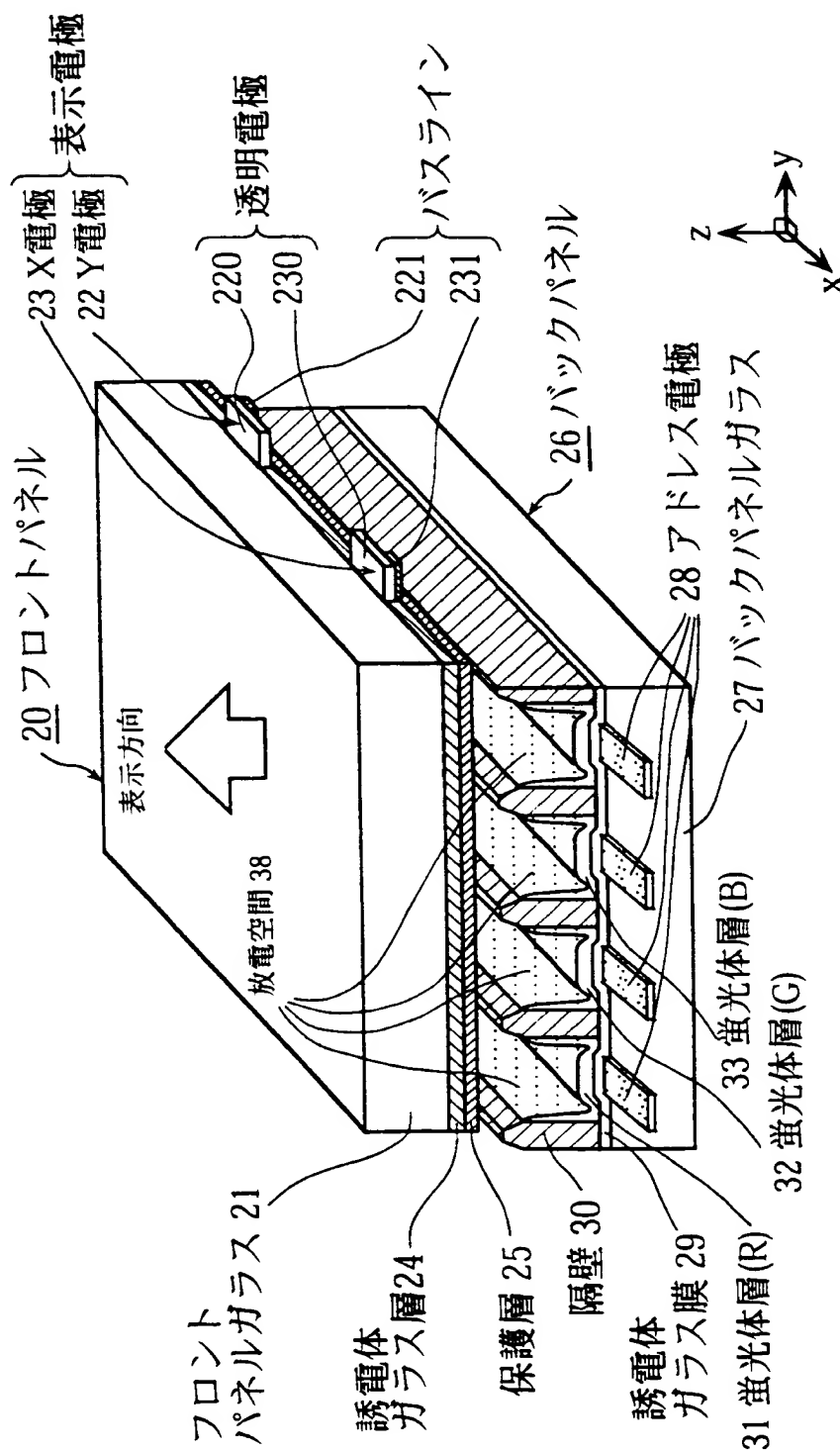




図2

放電空間方向

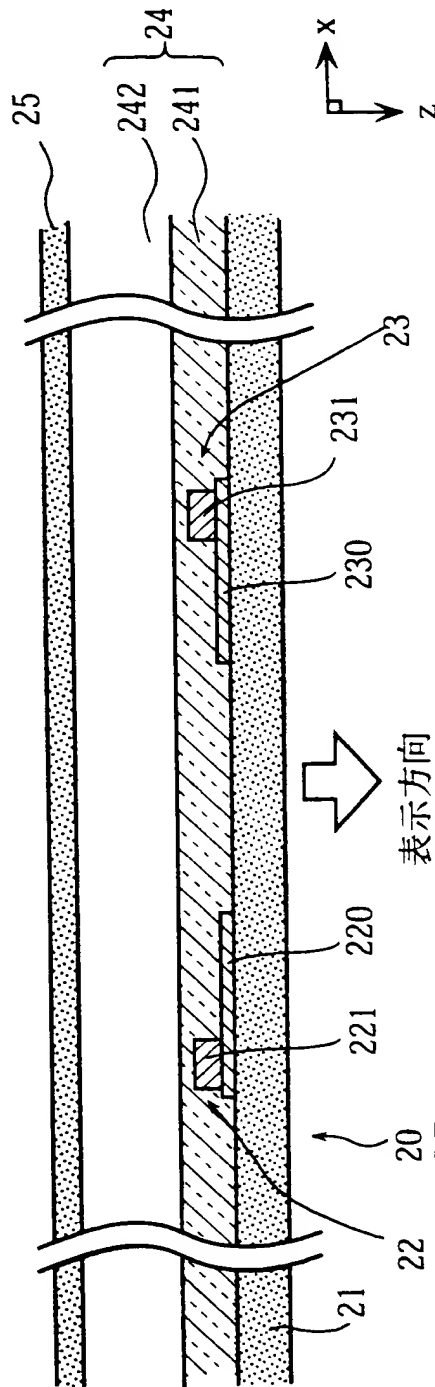
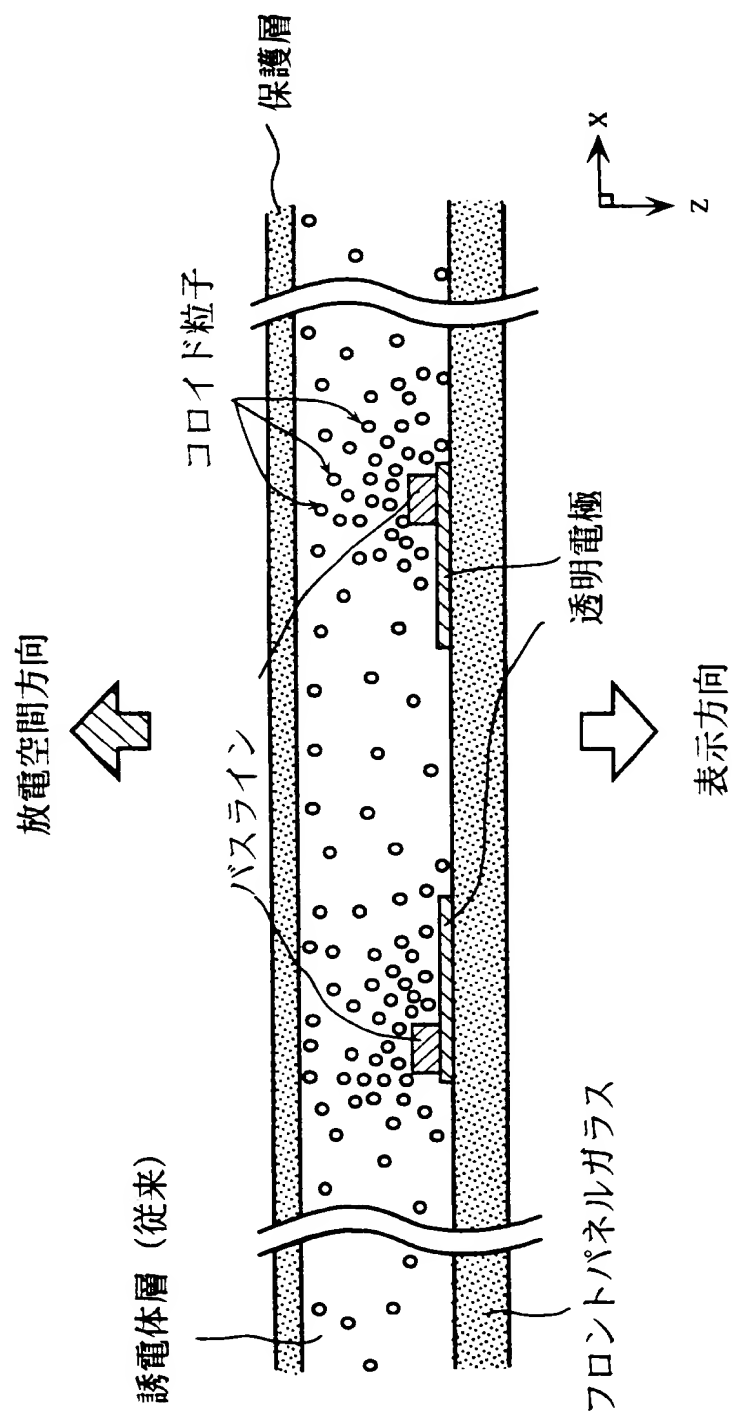






図3





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/02715

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01J11/02, 17/49

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01J11/02, 17/49

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 9-278482, A (Nippon Electric Glass Co., Ltd.), 29 October, 1999 (29.10.99), Full text; all drawings	1, 2, 5-9, 12-15
A	Full text, all drawings, (Family: none)	3, 4, 10, 11 16-19
A	JP, 10-283941, A (Toray Industries, Inc.), 23 October, 1998 (23.10.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-19
A	JP, 11-054051, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 26 February, 1999 (26.02.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-19

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
01 August, 2000 (01.08.00)Date of mailing of the international search report  
15 August, 2000 (15.08.00)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H01J11/02, 17/49

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H01J11/02, 17/49

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926~1996年

日本国公開実用新案公報 1971~2000年

日本国登録実用新案公報 1994~2000年

日本国実用新案登録公報 1996~2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP、9-278482、A (日本電気硝子株式会社)、 29. 10月. 1999 (29. 10. 99)、 全文、全図、	1, 2, 5~9, 12~15
A	全文、全図、 (ファミリーなし)	3, 4, 10, 11 16~19
A	JP、10-283941、A (東レ株式会社)、 23. 10月. 1998 (23. 10. 98)、 全文、全図、(ファミリーなし)	1~19

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01. 08. 00

国際調査報告の発送日

15.08.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大森伸一

2G

9229

電話番号 03-3581-1101 内線 3225

[illegible]

## 国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)  
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 P 2 2 8 7 4 - P 0	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P 0 0 / 0 2 7 1 5	国際出願日 (日.月.年) 2 6 . 0 4 . 0 0	優先日 (日.月.年) 2 8 . 0 4 . 9 9
出願人(氏名又は名称) 松下電器産業株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 2 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。





## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01J11/02, 17/49

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01J11/02, 17/49

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926~1996年

日本国公開実用新案公報 1971~2000年

日本国登録実用新案公報 1994~2000年

日本国実用新案登録公報 1996~2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P、9-278482、A (日本電気硝子株式会社)、 29. 10月. 1999 (29. 10. 99)、 全文、全図、	1, 2, 5~9, 12~15
A	全文、全図、 (ファミリーなし)	3, 4, 10, 11 16~19
A	J P、10-283941、A (東レ株式会社)、 23. 10月. 1998 (23. 10. 98)、 全文、全図、(ファミリーなし)	1~19

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01. 08. 00

国際調査報告の発送日

15.08.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大森伸一

2 G

9 2 2 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3225



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P、11-054051、A (松下電器産業株式会社)、 26. 2月. 1999 (26. 02. 99)、 全文、全図、(ファミリーなし)	1 ~ 19

